N°s 17-18 15-30 SEPTEMBRE 1931

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : Louis OLIVIER (1890-1910) — Directeur : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

Directeur : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences naturelles.

Recherches sur la cristallisation de certains diamants.

M. Edm. Polinard, chef du Service géologique de la Société internationale forestière et minière du Congo (belge), s'est livré depuis plusieurs années à une série étendue de recherches sur les diamants des gisements de la Bushimaie (il en a examiné quelque soixante mille carats), et celles-ci l'ont amené à un certain nombre de conclusions d'ordre général [1] qu'il est intéressant de relever.

L'ensemble des diamants de cette région peut être divisé en trois catégories : cristaux simples, groupements de deux individus, agglomérations de cristaux, chacune de ces catégories pouvant elle-même comprendre des variétés transparentes, translucides ou opaques.

La constatation capitale faite par M. Polinard, c'est que les cristaux colorés et opaques relèvent de formes nettement définies se ramenant au cube, à l'octaèdre et au rhombododécaèdre à faces planes, tandis que les cristaux transparents comportent, en plus de l'octaèdre à faces planes, des formes courbes à rapporter au groupe rhombododécaèdre-hexatétraèdre et au groupe octotrièdre-dodécatétraèdre. Cette règle est générale et ne souffre pas d'exceptions, si l'on considère les variétés extrêmes, indépendamment des types translucides qui participent à la fois des formes propres à ces deux variétés.

1. *Bull. de la Classe des Sciences de l'Acad. royale de Belgique*, 1931, n° 2, pp. 137-162.

Or les expériences de P. Gaubert sur la genèse des cristaux formés artificiellement aux dépens d'une solution colorée ont montré que le facies normal du cristal est modifié lorsque le pigment coloré passe régulièrement dans le cristal en voie d'accroissement. C'est ainsi que les cristaux de nitrate de plomb, présentant le facies octaédrique lorsque l'eau mère est pure, prennent la forme cubique lorsque la solution est saturée de bleu de méthylène.

Bien qu'il soit hasardeux d'établir une comparaison entre la cristallisation dans une solution et la cristallisation à partir d'un magma ou d'un milieu soumis à l'influence d'un magma, comme c'est le cas pour le diamant, la liaison des formes planes *p*, b^1 avec la présence d'impuretés imprégnant le cristal est tellement absolue que M. Polinard n'hésite pas à y voir une relation de cause à effet. Le passage progressif et continu d'un pigment coloré dans l'édifice cristallin en voie d'accroissement engendre le facies cube-rhombododécaèdre à faces planes, tandis que les formes courbes des groupes rhombododécaèdre-hexatétraèdre et tétrahexaèdre-dodécatétraèdre prennent naissance lorsque l'édifice cristallin se développe à l'abri des souillures du milieu génétique. Le facies octaédrique s'accommode indifféremment des deux modes de cristallisation.

Mais le passage dans le cristal des impuretés du milieu génétique est-il bien un phénomène contemporain de la cristallisation? Pour montrer qu'il en est ainsi, l'auteur fait appel à l'existence fréquente de cristaux opaques à noyau transparent. En supposant qu'elle fut possible, l'imprégnation du cristal postérieurement à sa formation aurait progressé d'une ma-

nière irrégulière et n'aurait pu réaliser la ligne de séparation nette, essentiellement rectiligne et souvent parallèle aux contours extérieurs, que l'on constate entre le noyau transparent et l'enveloppe opaque de nombreux diamants brisés. La diffusion de particules ténues à partir de la périphérie du cristal aurait réalisé, par l'intermédiaire d'une zone trouble irrégulière, un passage progressif du noyau à l'enveloppe.

L'association de variétés transparentes et opaques implique deux modes de cristallisation différents dans un même milieu. Ces deux modes de cristallisation ont-ils bien été synchroniques, ou échelonnés dans le temps? Les observations de M. Polinard sur une cinquantaine de cristaux zonés témoignent du fait que le noyau est toujours transparent tandis que le pourtour est opaque; le cas inverse ne s'est jamais présenté. De plus, si un zonage de bandes plus ou moins foncées a souvent été constaté dans les cristaux opaques, de même que dans l'enveloppe opaque des cristaux à noyau transparent, en aucun cas la réapparition d'une bande transparente ne s'est manifestée dans la zone opaque. S'il est permis de généraliser des constatations portant sur un nombre limité d'échantillons, on peut conclure que la génération des variétés opaques est postérieure à la génération des variétés transparentes. Ces deux générations sont elles-mêmes liées à une modification physico-chimique du milieu génétique.

Il résulte de ces considérations et d'autres que les diverses variétés de diamants de la Bushimaie ne proviennent vraisemblablement pas de sources de nature différente; il est au contraire très probable qu'elles ont pris naissance dans une roche génétique unique, roche qu'il n'est d'ailleurs pas encore possible de spécifier actuellement.

L. B.

*
**

Tanins d'acacias et de palétuviers.

D'après les fiches documentaires de l'association Colonies-Sciences donnons quelques indications sur les acacias et les palétuviers et sur les tanins qu'ils fournissent.

a) *Tanins d'acacias.*

Les acacias exploités, en vue de la production du tanin sont *Acacia decurrens* var. *mollissima*, *A. decurrens* var. *normalis*. *A. dealbata* n'a d'intérêt que pour son bois mais comme il donne avec *A. mollissima* des hybrides dont la valeur comme écorce à tanin est inférieure, il faut proscrire *A. dealbata* des plantations d'*A. mollissima* et *normalis*.

La patrie d'origine d'*A. decurrens* est l'Australie mais il a été propagé en divers pays, Madagascar, Maroc, Natal, etc. Espèce calcifuge s'adaptant aux terrains argilo-silicieux. Cette légumineuse croît fort bien dans les régions montagneuses volcaniques de La Réunion où il doit cependant céder la place à des essences plus précieuses, sur les pentes où l'humidité ne peut séjourner; il préfère les climats humides, brumeux, mais craint les gelées blanches.

A. decurrens mollissima est un arbre de 8 à 12 mètres de hauteur; son écorce est épaisse à lignes décurrentes très apparentes — la teneur en tanin est de 27 à 45 p. cent; teneur commerciale = 33 p. cent — non tanin = 8 à 13 p. cent.

A. decurrens normalis, n'a que 5 à 8 mètres de hauteur; son écorce, assez épaisse, très colorée, renferme de 35 à 47 p. cent; teneur commerciale en tanin = 34 p. cent — non tanin = 9 à 12 p. cent.

La variété à propager pour le tanin est *A. decurrens*, variété *mollissima*. Les plantations de cette essence doivent être faites assez serrées : l'exploitation à blanc commence vers sept ou huit ans. L'écorçage se fait en sève montante; on incise le tronc à un mètre au-dessus du sol, puis on soulève l'écorce du haut qui se détache jusqu'au sommet; on enlève de même l'écorce du bas. Au Maroc on effectue parfois la récolte sur des arbres abattus, à toute époque.

Comme rendement on peut compter sur 20 à 25 tonnes d'écorces vertes ou 8 à 12 tonnes d'écorces sèches.

Les écorces mises à sécher à l'ombre sont ensuite expédiées soit à l'état d'écorçons (chopped) soit broyées (ground).

Le tanin d'Acacia est de nature pyrocatéchique, il a une faible teneur en sucre fermentescible, une couleur rouge assez marquée et une très grande stabilité des jus. Le seul sous-produit est le bois de mines et surtout de chauffage.

On peut compter, suivant l'âge du bois, cinq ou dix ans, de 40 à 80 tonnes à l'hectare.

Tanin de palétuviers.

Ces arbres de la famille des Rhizophoracées sont abondants sur les côtes de maintes colonies, ils s'avancent dans la mer et résistent à l'eau salée : ce sont *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops Candolleana*.

Rhizophora mucronata est l'espèce la plus grande; sa taille totale atteint jusqu'à 18 mètres avec fût de 9 m. à longues racines adventives. On sait que la graine des rhizophoracées germe sur l'arbre et tombe dans la vase où elle prend racine.

La teneur en tanin est de :

36 à 40 % dans l'écorce de *Rhizophora mucronata*.

23 à 40 % dans l'écorce de *Bruguiera gymnorhiza*.

30 à 33 % dans l'écorce de *Ceriops Candolleana*.

Non tanin : 13,7 — 9,6 — 10,4 p. cent respectivement.

Au point de vue commercial on distingue :

Ecorces mâles à 38 % minimum de tanin.

Ecorces fibreuses 26 à 32 % de tanin.

Les arbres abattus sont écorcés et l'écorce coupée en petits morceaux est mise à sécher; on récolte en moyenne cinq tonnes d'écorce à l'hectare. Les peuplements peuvent se reconstituer en dix ans.

Le tanin de palétuvier donne un tannage de qualité

inférieure, il communique au cuir une coloration rouge intense. Le bois est utilisé pour le chauffage; on l'essaye comme traverse de chemin de fer; on en fabrique, au Cameroun, des merrains de tonnellerie.

M. R.

§ 2.— Art de l'Ingénieur.

Les Produits chimiques dans l'Industrie du Cuir

L'industrie moderne du cuir utilise une foule de produits chimiques, tant pour la préparation et le tannage des peaux que pour leur teinture. Ces produits comprennent, d'une part, des extraits végétaux, et. d'autre part, des produits minéraux et organiques variés, parmi lesquels se trouvent des corps synthétiques.

Sans pouvoir entrer dans des détails techniques qui nous entraîneraient beaucoup trop loin, nous nous proposons de passer en revue les principaux produits utilisés dans l'industrie du cuir, au cours des diverses opérations qui se succèdent, depuis l'arrivée des peaux brutes jusqu'à la teinture et l'apprêt final.

La première opération que doivent subir les peaux brutes que l'on prépare au tannage, est celle du reverdissage ou trempage, qui consiste à les soumettre à l'action de l'eau, afin de les nettoyer, de leur donner une souplesse suffisante, et de leur rendre l'eau qu'elles ont perdue au cours de leur séchage.

Les opérations de reverdissage sont longues; elles durent au moins plusieurs heures et quelquefois plusieurs jours, lorsqu'il s'agit de peaux sèches. Aussi on a cherché des procédés mécaniques et chimiques destinés à les abréger.

Parmi les procédés chimiques, on doit signaler l'emploi à faible dose de soude caustique, de sulfure de sodium, de gaz sulfureux, d'acide chlorhydrique, d'acide formique, etc...

L'opération du reverdissage est suivie de celle de l'épilage. Cette dernière s'effectue encore quelquefois par le procédé dit « à l'échauffe » qui consiste à séparer les poils de la peau au moyen d'une légère fermentation à température douce. Mais aujourd'hui on utilise surtout, pour l'épilage, des réactifs chimiques. Celui qui est le plus souvent employé est la chaux vive, souvent en mélange avec des quantités variables de sulfure de soude; il existe d'ailleurs de très nombreuses méthodes d'épilage basées sur l'emploi simultané de ces deux corps.

La plus importante des opérations qui suivent est celle du déchaulage : elle a pour but de rendre les peaux aptes au tannage en les débarrassant de la chaux dont elles se sont imprégnées lors de l'épilage. On a souvent recours, pour cette opération, à l'emploi d'acides organiques, tels que l'acide formique, l'acide lactique, et également à l'emploi du bisulfite de soude.

L'acide lactique, qui possède à toutes concentrations et à toutes températures les propriétés de ne jamais attaquer les peaux, même les plus délicates, et de donner un sel de chaux très soluble dans l'eau, offre de grands avantages pour le travail des petites peaux; son emploi est tout indiqué pour le déchaulage et le gonflement de celles qui sont destinées à être tannées au végétal (vachettes, veaux, chèvres, moutons), au chrome (box-calf) et à la mégisserie (peaux de ganterie). L'acide lactique convient également pour la purge des peaux avant teinture, l'élimination des taches de chaux après teinture et le décrassage de la fleur avant lissage.

L'acide formique, qui possède un pouvoir antiseptique puissant et donne également un sel de chaux très soluble dans l'eau est recommandé pour le travail des grosses peaux (non seulement pour le déchaulage, mais aussi pour le picklage), pour éviter les fermentations au cours du tannage, et pour les opérations de teinture.

Une autre méthode de déchaulage, aujourd'hui fort répandue, est celle qui consiste à utiliser certains confits, produits sur lesquels nous allons revenir.

Le contrôle du déchaulage s'effectue très facilement par l'utilisation de liqueurs ou de papiers indicateurs à base de tournesol et de phénolphtaléine.

On désigne sous le nom de confits divers produits auxquels les tanneurs ont recours pour assouplir et décrasser les peaux en les hydrolysant partiellement, afin de les préparer au tannage. L'action des confits peut, suivant les cas, remplacer ou compléter le déchaulage ou être indépendante de cette opération; cette action est essentiellement biologique.

Les confits agissent en effet par les bactéries et les enzymes qu'ils contiennent et qui attaquent les substances interfibrillaires.

Pendant longtemps les confits utilisés étaient simplement à base d'excréments d'animaux ou de son de blé, mais, à l'heure actuelle, il existe sur le marché un grand nombre de confits artificiels qui sont constitués soit par des enzymes pancréatiques, soit par des diastases de bactéries ou de mucidinées (confits pancréatiques et confits bactériens).

Les confits pancréatiques qui, avant la guerre, étaient presque exclusivement fabriqués en Allemagne, mais dont il existe aujourd'hui d'excellentes marques françaises, sont généralement constitués par un mélange d'extraits pancréatiques avec de la sciure de bois ou avec un sel d'ammonium qui est, la plupart du temps, le chlorhydrate d'ammoniaque. Dans certains cas, on se contente même de passer au hachoir des pancréas d'animaux et de les mélanger à de la sciure de bois; mais il est préférable, pour éliminer toute putréfaction accidentelle d'avoir recours à de véritables extraits pancréatiques.

A côté des confits artificiels de ferments pancréatiques et de sels ammoniacaux, l'industrie française fournit également des confits à base d'enzymes bactériennes, tels que la batinase, qui assurent une excellente préparation des peaux pour les opérations de tannage. Certains confits à base d'enzymes bactériennes contiennent des corps déchaulants permet-

tant de combiner les opérations de déchaulage et de confit. Avec ceux qui n'en contiennent pas, le déchaulage doit précéder le confit ou être effectué en même temps que celui-ci grâce à l'addition de chlorhydrate d'ammoniaque ou d'autres corps déchaulants.

Les confits qui sont offerts aux tanneurs sont de valeur assez inégale, mais il existe aujourd'hui des méthodes qui permettent de déterminer leur valeur avec précision; leur description sortirait malheureusement du cadre de notre étude.

Pendant longtemps le tannage des cuirs s'est effectué uniquement au moyen du tannin contenu dans l'écorce de chêne. Le tannage aux écorces de chêne présentait l'avantage de donner des jus naturellement acides par suite de la présence d'acides organiques résultant de la fermentation chimique et le déchaulage des peaux s'opérait tout naturellement sans que le tanneur eût besoin d'y apporter la moindre attention; mais ce procédé offrait l'inconvénient d'être extrêmement long, nécessitant plusieurs mois.

A l'heure actuelle le tannage s'effectue surtout par deux procédés : le tannage aux extraits végétaux et le tannage au chrome. Etant donné qu'un certain nombre d'extraits tannants ne contiennent ou ne produisent pas d'acide, il est indispensable, lorsqu'on a recours à eux, de réaliser auparavant un déchaulage extrêmement complet, que l'on obtient par l'emploi des acides lactique et formique.

Les méthodes de tannage aux extraits sont très nombreuses; elles varient suivant que l'on a recours au tannage rapide, ou au tannage mixte, au tannage en basserie ou au tannage en tonneau, ainsi que suivant la nature des peaux à traiter et les emplois auxquels elles sont destinées. Un de ces extraits tannants les plus fréquemment utilisés est l'extrait de quebracho; mais on emploie aussi un grand nombre d'autres extraits végétaux, tels que châtaignier, mimosa, myrobolam, gambier, etc... réunis parfois en mélanges complexes.

D'autre part, à côté des tannins végétaux, on utilise aujourd'hui des tannins synthétiques, dont la fabrication a pris, surtout en Allemagne, une grande importance. Les tannins synthétiques peuvent être facilement appropriés aux cuirs qu'il s'agit de traiter; on les emploie d'ailleurs très souvent simultanément avec des tannins végétaux, soit que leur emploi soit combiné, soit que l'on réserve l'emploi des tannins synthétiques pour le prétannage. Certains tannins synthétiques peuvent également être employés pour la dissolution des extraits de quebracho.

Après le tannage proprement dit, on procède généralement à une opération complémentaire dite retannage, pour laquelle on utilise également des extraits tannants végétaux ou synthétiques, puis à diverses opérations de nettoyage des chairs, d'empâtage, de lissage, etc...

Pour conserver aux peaux toute leur souplesse et leur donner le toucher moelleux qui caractérise certains articles, les tanneurs et les mégissiers leur incorporent souvent un certain nombre de corps gras qui sont dénommés nourritures; celles-ci sont constituées par des huiles, des savons, des dégras, employés seuls ou en mélange. Le prototype des nourritures utilisées en tannerie est le jaune d'œuf, mais le prix de cette matière est devenu tellement élevé qu'on doit la réserver aujourd'hui pour le travail des peaux fines et notamment des peaux destinées à la ganterie.

Plusieurs fabricants préparent maintenant des nourritures toutes prêtes à l'emploi, et qui sont constituées par des huiles végétales et des huiles animales. On a également mis au point d'intéressants succédanés du jaune d'œuf, remplaçant avantageusement le jaune d'œuf importé d'Extrême-Orient.

Une méthode de tannage très différente, mais qui a pris une grande extension au cours de ces dernières années est celle du tannage au chrome. Elle conduit à la production de cuirs chromés aujourd'hui fort appréciés dans de nombreuses applications. Dans le système initial on procédait à l'immersion des peaux d'abord dans un bain d'acide chromique, résultant de la réaction de bichromates et d'acide chlorhydrique, puis, dans un deuxième bain, où l'acide chromique est transformé en acide de chrome par l'action d'hyposulfite de sodium, et d'acide chlorhydrique ou sulfurique, ou plus simplement par l'action de bisulfite de sodium en poudre sans action d'acide.

Cette méthode dite « des deux bains » a été aujourd'hui considérablement simplifée, et l'on recourt de plus en plus au tannage à un seul bain, qui, parfaitement au point, donne d'excellents résultats, tout en étant fort économique.

Les cuirs et peaux destinés au tannage au chrome doivent être de premier choix et parfaitement sains; leur traitement préliminaire comporte les mêmes opérations que dans le cas du tannage ordinaire : reverdissage, épilage, déchaulage et confit. On réunit la plupart du temps ces deux dernières opérations en une seule, le déchaulage étant obtenu au moyen de confits naturels ou artificiels.

Dans le cas de tannage au chrome à un seul bain on utilise des lessives de chrome basiques, des sels tannants de chrome, de l'alun de chrome, etc... L'alun de chrome n'a par lui-même aucune propriété tannante; on prépare d'ailleurs des aluns de chrome basiques titrant de 25 à 26 % d'oxyde de chrome directement utilisables.

Divers procédés intéressants résultent de la combinaison du tannage au chrome et du tannage végétal ou de la combinaison du tannage au chrome et du tannage par produits synthétiques.

La teinture constitue l'une des opérations les plus importantes et les plus délicates de l'industrie du cuir; il faut en effet obtenir des teintes très solides, pouvant notamment résister à l'eau (vêtements de cuir, chaussures, etc...) et au frottement (ganterie, harnachements, etc., etc...).

Les colorants naturels ou extraits tinctoriaux utilisés soit sous forme de décoctions, soit sous forme d'extraits secs ou cristallisés, jouent un rôle extrê-

mement important dans la teinture du cuir. Les extraits tinctoriaux sont surtout employés pour donner des teintes de fond; en combinaison avec des sels métalliques de fer, de cuivre, d'alumine, de chrome, de titane, etc... ils donnent des laques colorées insolubles qui peuvent, s'il y a lieu, être remontées avec des colorants d'aniline directs ou basiques.

Par leur composition, les extraits tinctoriaux végétaux se rapprochent beaucoup des extraits tannants et présentent l'avantage de se combiner intimement à la peau; c'est ainsi qu'une peau tannée au chrome, teinte avec un extrait végétal acquiert en même temps qu'une nuance de fond nourrie et parfaitement régulière, les propriétés d'une peau tannée végétalement; cela lui permet de fixer ensuite, s'il y a lieu, les colorants acides ou basiques spéciaux pour le cuir végétal et qui, seuls, n'auraient qu'une très faible affinité pour la peau au chrome.

Les colorants naturels sont aujourd'hui très fréquemment livrés sous forme d'extraits cristallisés, parfaitement solubles, permettant d'obtenir très simplement des solutions concentrées et stables, tout en facilitant leur transport et leur manutention. Il existe une grande variété d'extraits tinctoriaux végétaux, provenant en grande partie de bois exotiques et qui permettent d'obtenir avec les sels métalliques que nous avons cités, ou des mélanges de ces sels, une infinité de teintes répondant aux conditions assez dures exigées par les différents usagers du cuir.

Les extraits tinctoriaux se prêtent particulièrement bien à l'obtention de toute la gamme des nuances mode, ternes, rabattues, que les colorants artificiels donnent difficilement d'une manière bien unie, en raison des défauts de la peau.

Les colorants artificiels à base d'aniline qui complètent les extraits tinctoriaux ont aujourd'hui de nombreuses applications dans la teinture du cuir; ils comprennent les colorants acides, assez sensibles à l'eau, et les colorants bas'ques qui donnent des teintes vives et intenses.

Le problème de la teinture dans les industries du cuir s'est compliqué depuis un certain nombre d'années, en raison des caprices de la mode; les cuirs teints en noir sont de moins en moins employés surtout dans la chaussure, et, d'autre part, dans la maroquinerie, la ganterie, etc... on utilise des cuirs teints dans les nuances les plus variées et l'on recherche des effets décoratifs souvent difficiles à réaliser.

Les nouveaux problèmes qui se sont ainsi posés dans l'industrie du cuir ont conduit à étudier de nouvelles solutions, au premier rang desquelles on doit signaler l'utilisation des couleurs pigmentaires.

Celles-ci contiennent en principe : un excipient ou véhicule constitué par une sorte de vernis; 2° un solvant; 3° des corps plastifiants ou assouplissants; 4° enfin des pigments proprement dits.

Les deux principales classes de pigments sont, d'une part, les pigments à l'eau et les pigments à la caséine, qui ont rendu de grands services, mais dont la fixation est délicate et, d'autre part, les pigments cellulosiques, d'emploi plus récent.

Un certain nombre de firmes productrices de vernis et de produits cellulosiques ont, au cours de ces dernières années étudié tout spécialement le problème des pigments cellulosiques pour le cuir; plusieurs sont arrivées à mettre au point des pigments qui par suite de la facilité de leur emploi (projection au pistolet pneumatique) et de leur séchage rapide permettent d'économiser le temps et la main-d'œuvre. Ils présentent en même temps une grande inaltérabilité de ton, sont rigoureusement imperméables et résistent bien à l'eau et aux frottements humides.

On doit signaler en particulier la récente apparition de pigments cellulosiques, dits de finition, qui assurent aux cuirs et peaux qu'ils recouvrent la solidité à la lumière des teintes de fond à l'aniline qui sont, aujourd'hui, couramment employées. L'emploi des pigments cellulosiques semble devoir se développer rapidement, notamment pour les cuirs destinés à la fabrication des objets d'ameublement en cuir, des articles de voyage, etc...

Au cours de cet exposé, bien incomplet, nous avons laissé de côté un grand nombre de corps utilisés dans la préparation des cuirs, pour ne citer que les principaux. Cela suffit cependant à montrer à quel point l'industrie du cuir est liée aux industries chimiques tant en ce qui concerne les procédés de préparation et tannage des peaux que les procédés de teinture et de finition.

L. P.

**
*

La fatigue des métaux.

Un récent numéro du *Bulletin des Services Techniques de l'Aéronautique*[1] est consacré à une très importante note, intitulée « Recherches sur la fatigue des métaux », et due à M. Cazaud, Ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Nous résumons ci-dessous cette publication, qui est des plus intéressantes, et constitue un document de premier ordre sur l'état actuel de la question.

On a observé depuis longtemps que des organes de machines, calculés avec soin lors de leur construction, suivant les règles ordinaires de la résistance des matériaux, pour le service qu'ils ont à assurer, se rompent parfois brutalement, sans déformations préalables, après avoir subi des efforts répétés fréquemment, mais très inférieurs cependant à la limite élastique de la matière, et que l'on avait jugés incapables de les détériorer.

La cause de ce phénomène auquel n'échappe aucun produit métallurgique est la « fatigue » véritable défaillance de la matière, sous l'influence de sollicitations répétées.

On attribua pendant longtemps ces accidents à une cristallisation de l'acier sous l'action des efforts répé-

1. Services techniques de l'Aéronautique, *Bulletin technique*, n° 68, juin 1930.

tés; cette opinion fut reconnue, par la suite, erronée, et l'on admet unanimement aujourd'hui que la fatigue résulte d'une fissuration progressive, par suite du dépassement local de la charge de rupture.

C'est surtout depuis la guerre, que le développement et les exigences de la construction mécanique, automobile et aéronautique, ont provoqué de nombreux travaux scientifiques sur la fatigue des métaux, notamment en Angleterre, au National Physical Laboratory, et aux Etats-Unis où les industries intéressées ont largement subventionné des comités de recherches. Dans ce dernier pays, les laboratoires universitaires, ainsi que ceux de la Marine et de l'Aviation ont fourni, depuis quelques années, une documentation considérable.

En France, il n'y a eu jusqu'à ces derniers temps, que peu de travaux d'ensemble sur la fatigue. Il faut citer toutefois la communication remarquable présentée à l'Académie des Sciences en 1919 par M. Frémont sur « la rupture prématurée des pièces d'acier soumises à des efforts répétés ». M. Frémont indiquait notamment qu'à son avis « une pièce peut résister indéfiniment aux efforts alternatifs quand, en aucun point, la limite élastique ne se trouve atteinte, et que, dans le cas contraire, c'est le travail non restitué qui, s'accumulant, finit par produire la déformation permanente ».

Les théories de M. Frémont ont été, en particulier, appliquées avec succès dans la construction des essieux moteurs coudés de locomotives.

De nombreux travaux sur la fatigue des métaux sont à l'heure actuelle activement poursuivis par le Service des Recherches de l'Aéronautique.

Quels sont les caractères distinctifs d'une cassure résultant de la fatigue? On reconnaît dans une telle cassure deux zones nettement différentes : une zone externe, lisse et comme polie, et une zone centrale à grains apparents plus ou moins fins. De plus, les régions avoisinant la cassure ne présentent pas d'allongement sensible.

Les caractères d'une telle cassure semblent indiquer une rupture brutale, sans déformations préalables.

Si l'on examine avec attention les bords de la cassure de fatigue, on y distingue le plus souvent des striures prenant naissance en des défauts de la section, ou en des irrégularités de la surface externe.

L'origine de la cassure de fatigue semble donc résider dans une crique minuscule qui s'est étendue sous l'influence des efforts répétés, jusqu'à ce qu'il ne soit plus resté assez de métal sain dans la section transversale pour supporter l'effort appliqué; à cet instant, la rupture brutale s'est produite. La cassure offre donc une zone d'aspect lisse résultant du frottement prolongé des bords de la fissure, et une zone à grain apparent produite par la rupture brutale.

La note de M. Cazaud est illustrée par plusieurs photographies représentant des pièces d'avion rompues par fatigue. Les exemples qu'il donne mettent en évidence l'influence particulièrement néfaste des trous et des angles vifs (entailles, rainures de clavettes, trous de boulons et de rivets, filetages) sur la fatigue des pièces.

Il est à noter que, dans tous les cas cités, les caractéristiques mécaniques : limite élastique, charge de rupture, allongement, résilience, apparaissent acceptables.

Mais les essais usuels de traction, compression, choc, dureté sont à eux seuls insuffisants pour qualifier les métaux d'une manière complète, en vue de toutes leurs applications possibles.

Les formules ordinaires de la résistance des matériaux, reposent en effet sur les principes fondamentaux de la répartition uniforme des efforts et de l'homogénéité de la matière,

Or, il y a, d'une part, peu d'organes essentiels de machines qui aient à supporter uniquement des efforts simples et de valeur constante. Dans la pratique, les efforts sont toujours composés et, au surplus, variables suivant des lois la plupart du temps indéterminées. Les chocs et les percussions ont aussi, par leur répétition, une influence sur la tenue en service de ces organes, qu'il est impossible de définir à l'avance.

D'autre part, les métaux et, plus encore, les alliages métalliques, ne présentent en aucun cas, ainsi que le montre l'examen microscopique, une structure ni une constitution parfaitement homogènes.

Un métal pur : le fer, par exemple, n'offre pas de cristaux polyédriques absolument réguliers et égaux. A l'intérieur d'un seul cristal de ferrite, les propriétés physiques ne sont pas non plus les mêmes dans tous les sens.

La résistance mécanique élémentaire d'un cristal est donc une propriété dirigée, et ce que l'on appelle communément la charge de rupture n'est pas autre chose que la moyenne, mesurée dans un certain sens, de toutes les résistances élémentaires.

S'il existe à l'intérieur d'un cristal une inclusion, qui augmente localement l'effort, ou bien des tensions internes consécutives à certains traitements thermiques ou mécaniques, il naît des efforts secondaires se composant avec l'effort principal pour donner un effort résultant qui peut être supérieur à la charge de rupture au point considéré. Il en résulte une crique microscopique qui est l'origine de la rupture par fatigue.

Lorsqu'une fissure microscopique a ainsi pris naissance, elle reste invariable si l'effort cesse, ou elle se développe inéluctablement si l'effort continue son action, et cela d'autant plus rapidement que l'effort sera plus important et plus souvent répété.

En outre, dans la pratique les efforts peuvent être quelconques, variables, et dirigés dans tous les sens. Ils se composent alors suivant des lois impossibles à déterminer et leur résultante n'est pas mesurable.

Les théories les plus récentes s'accordent pour expliquer le phénomène de fatigue, et les phénomènes d'hystérésis élastique qui l'accompagnent, comme un

glissement progressif des cristaux sous l'influence des sollicitations répétées.

De nombreuses microphotographies, reproduites dans la note de M. Cazaud, permettent de constater, d'une manière générale, que les fissures prennent naissance au voisinage des défauts physiques et des inclusions; elles cheminent d'une inclusion à l'autre.

On a, dès longtemps, été conduit, pour se mettre à l'abri des défaillances de la matière, dont nous venons d'indiquer succinctement les raisons, à appliquer aux pièces soumises à des efforts variables, des coefficients de sécurité, destinés à tenir compte du fait que ces pièces sont calculées comme si elles ne supportaient que des efforts simples.

Lorsque ces coefficients sont trop faibles, il se produit des ruptures accidentelles de pièces en service; s'ils sont trop élevés, les dimensions et le poids des pièces sont excessifs.

Il est évidemment beaucoup plus rationnel de pratiquer sur les métaux des essais effectués dans leurs conditions d'utilisation ou dans des conditions analogues.

A ce point de vue, les essais de fatigue ou d'endurance sont à même de renseigner exactement sur les qualités essentielles des métaux et d'offrir ainsi une garantie suffisante de sécurité.

Ces essais ont pour objet la détermination de la « limite de fatigue », c'est-à-dire la valeur maxima de de l'effort qui, appliqué un nombre illimité de fois, ne peut provoquer la rupture.

On emploie dans ce but plusieurs modes opératoires distincts.

Les essais de longue durée sous charge alternée constante consistent à expérimenter une série d'éprouvettes identiques avec des charges unitaires de valeurs successivement décroissantes; f_1, f_2,... f_n; on note pour chacune de ces charges le nombre d'efforts correspondant à la rupture : n_1, n_2,... n_n.

La charge unitaire maxima pour laquelle la rupture n'a pas lieu, quel que soit le nombre des efforts, est la limite de fatigue.

La détermination de la limite de fatigue par ce procédé est fort longue; elle nécessiterait, pour être rigoureuse, plusieurs milliards d'alternances.

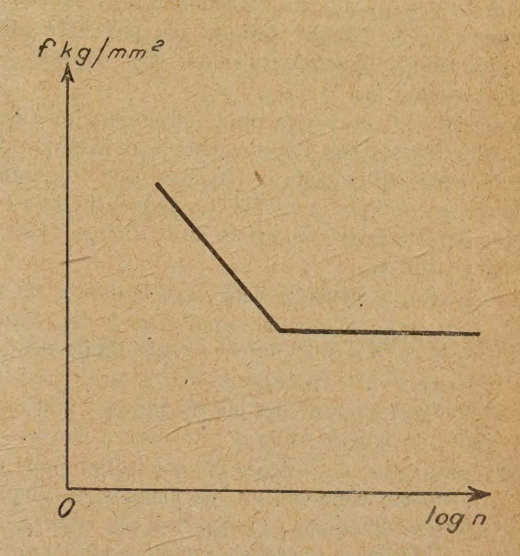
On peut tracer une courbe des résultats obtenus, en portant en abscisses les nombres n et en ordonnées les efforts f. Cette courbe, d'après la définition même de la limite de fatigue, présente une allure exponentielle.

Si f_0 est la limite de fatigue, l'effort f, qui produit la rupture pour un nombre n d'alternances, a pour expression :

$$f = f_0 + \frac{K}{a^n};$$

K, a, et f_0 sont des constantes caractéristiques du métal.

On simplifie la représentation graphique des phénomènes et on peut se rendre exactement compte si on atteint ou non la limite d'endurance, en employant pour les abscisses une échelle logarithmique. Les courbes ainsi obtenues présentent une partie droite et inclinée tant que la limite d'endurance n'est pas atteinte, et une partie parallèle à l'axe des abscisses lorsque cette limite est atteinte.



Les aciers ont une limite d'endurance assez bien définie; le point anguleux se présente pour eux entre 10 et 30 millions d'alternances.

Certains alliages légers, comme le duralumin, présentent deux points anguleux, l'un après 1 million, l'autre vers 100 millions d'alternances.

Enfin, par exemple, le métal Monel n'accuse aucune limite de fatigue; la courbe de fatigue est une droite rigoureuse jusqu'à 1.000 millions d'alternances.

On peut convenir de définir une limite pratique de fatigue, comme le taux de fatigue maximum que pourra supporter une éprouvette sans rupture, au bout de :

30 millions d'alternances ,pour les aciers;

100 millions d'alternances, pour les alliages légers.

On a constaté que, pour un métal sain, les points figuratifs des ruptures sont tous alignés sur la droite de fatigue; tandis que pour un métal contenant des inclusions, ils sont dispersés dans une certaine zone comprise entre deux lignes ;et on a proposé de prendre la largeur de cette zone, comme mesure de la défectuosité du métal.

Dans les essais rapides avec efforts alternés croissants, on n'expérimente qu'une seule éprouvette, et on étudie, sans généralement atteindre la rupture, les variations que présentent certaines propriétés physiques : déformations, énergie absorbée, élévation de température, magnétisme, sous l'influence d'une succession d'efforts d'amplitudes croissantes.

On a observé, en effet, que pour une certaine valeur de la charge, l'énergie absorbée s'accroît brusquement, avec dégagement de chaleur. Cette charge correspond sensiblement à la limite de fatigue déterminée par les essais de longue durée. Ce procédé est plus rapide, mais plus délicat que le précédent.

Les essais rapides avec efforts alternés et charge

statique préalable demandent le mode opératoire suivant qui est très rapide. On soumet l'éprouvette à une charge statique et on lui fait subir des efforts dynamiques alternés d'une valeur donnée; si, au bout d'un certain temps, on supprime l'action de ces efforts, on constate que la charge statique n'a pas varié, tant que les efforts dynamiques n'ont pas dépassé une certaine valeur.

Il suffit de faire varier progressivement les efforts dynamiques pour trouver une charge dynamique critique à partir de laquelle on constate une diminution de la charge statique préalable. La charge limite est la somme de la charge statique et de la charge dynamique ainsi trouvée.

Si des efforts alternés, dépassant la limite de fatigue, sont momentanément appliqués à des éprouvettes, on trouve ensuite une nouvelle limite de fatigue, inférieure à la première. Au contraire, si les éprouvettes ont supporté des efforts alternés, inférieurs à la limite de fatigue, celle-ci se trouvera élevée.

Les éprouvettes de fatigue, en particulier pour essais à la flexion rotative, ont été jusqu'ici la plupart du temps très différentes. Le Service des Recherches de l'Aéronautique a récemment adopté pour les essais de flexion rotative en porte à faux une éprouvette de forme conique, destinée à réaliser un taux de fatigue sensiblement constant dans sa partie médiane.

On peut classer les machines d'essais à la fatigue d'après la nature des efforts exercés;

machines à efforts axiaux; tension ou compression;

machines à flexions;

machines à torsions.

C'est le deuxième type qui est de beaucoup le plus répandu; 90 % des résultats publiés sur la fatigue ont été obtenus avec les machines de flexion rotative.

On distingue les machines d'essais à la flexion rotative en porte à faux, ou sur deux appuis.

Plusieurs croquis et photographies illustrent la description des principaux types de machines d'essai, employés au Service des Recherches de l'Aéronautique.

Il ne nous est pas possible de reproduire ici les intéressants détails donnés sur ces machines; nous nous bornerons à indiquer que le Laboratoire de Métallurgie des Services Techniques de l'Aéronautique a récemment mis au point une machine de flexion rotative, qui comprend huit postes d'essais, et qui permet l'expérimentation, avec l'éprouvette normale, des aciers atteignant les résistances les plus élevées, de l'ordre de 200 kg./mm².

Les nombreuses expériences poursuivies sur la fatigue des métaux ont permis d'établir quelles relations existent entre la limite de fatigue déterminée par les essais de flexion rotative de longue durée et les autres caractéristiques mécaniques : limite élastique, charge de rupture, allongement, dureté Brinell, résilience.

Pour les aciers, et en général tous les alliages ferreux forgés, la propriété la plus en rapport avec la limite d'endurance, f, est la charge de rupture, R.

Le rapport $\frac{f}{R}$ s'appelle rapport d'endurance et a pour valeur moyenne 0,42.

Suivent de très intéressants résultats d'essais, qu'il ne nous est malheureusement pas possible de reproduire ni d'abréger, sur la fatigue des métaux par flexion rotative. La contribution personnelle de l'auteur aux travaux dont il rend compte, est fort importante. Les renseignements fournis se rapportent principalement aux aciers ordinaires; à l'acier spécial au nickel-chrome auto-trempant, avec étude de l'influence, sur les caractéristiques de fatigue, du traitement thermique d'une part, et du procédé d'élaboration d'autre part; aux alliages de cuivre; au duralumin, et aux alliages légers à haute résistance à base d'aluminium et de magnésium.

La note se termine par le projet d'une feuille de norme fixant les conditions d'essais de fatigue des métaux et alliages aux efforts alternés de flexion rotative en porte à faux.

Il est permis de considérer comme prochaine l'introduction définitive de semblables essais dans les cahiers des charges concernant les métaux employés dans la construction aéronautique; et on ne peut que souhaiter la généralisation d'une telle pratique, en raison de l'intérêt particulièrement important qu'elle présente, dans les diverses industries mécaniques.

Ph. T.

*
**

Etudes sur l'inflammabilité des bois.

Des études méthodiques ont été récemment effectuées en Allemagne, au laboratoire des sous-marins de Kiel, dans le but de déterminer l'inflammabilité relative des diverses variétés de bois. Elles ont porté sur une vingtaine d'essences différentes qui ont été expérimentées dans un petit four électrique spécialement conçu en vue de la détermination des caractéristiques d'inflammation des bois qui sont, comme l'on sait : le point éclair, température à laquelle il est possible d'enflammer les éléments volatils émis par le corps chauffé, la flamme s'éteignant aussitôt; le point de combustion, température à laquelle le corps allumé par une flamme extérieure continue à brûler; le point de combustion spontanée, température à partir de laquelle le corps s'enflamme de lui-même.

Les résultats obtenus montrent que ces caractéristiques varient dans une large mesure avec les essences et ne semblent aucunement liées entre elles. En ce qui concerne le point éclair, le plus bas est celui du cèdre de Californie (160°) la moyenne oscille autour de 225°.

En ce qui concerne le point de combustion, le plus bas est celui du cœur de sapin rouge (260°) et le plus élevé celui du pin, du sapin blanc et de l'aubier de sapin rouge (290°) la moyenne oscille autour de 275°.

Enfin, en ce qui concerne les points de combustion spontanée à l'air libre les plus bas sont ceux de l'orme (300°), du frêne (330°) et du charme (340°),

et le plus élevé celui du chêne allemand, du pin d'Orégon, du cœur de sapin rouge et du teck (470°) la moyenne oscille autour de 380°.

On voit que tandis que les points de combustion diffèrent au maximum d'une trentaine de degrés, les écarts sont beaucoup plus considérables en ce qui concerne les points de combustion spontanée à l'air libre puisqu'il peut y avoir une différence de 170° entre l'orme et le teck.

F. M.

***

Le recuit de la fonte grise.

Si l'on veut que les pièces en fonte grise présentent une résistance mécanique maximum tout en restant d'un usinage facile, il est nécessaire de leur faire subir des traitements thermiques appropriés. Parmi ces traitements thermiques, le plus important consiste dans le recuit des pièces. Ce recuit peut se pratiquer à basse température, c'est-à-dire au-dessous de la température critique, ou à haute température, c'est-à-dire au-dessus de cette température critique. La fonte grise s'apparente assez étroitement à l'acier avec cette différence, toutefois, que la fonte grise est plus riche en carbone; on comprend donc que le recuit puisse améliorer les qualités de la fonte grise au même titre qu'il modifie les propriétés de l'acier. Le recuit à basse température fait disparaître les tensions intérieures qui existent dans les pièces et met à l'abri de ruptures accidentelles sous l'effet de ces tensions. Ce recuit se pratique aux environs de 480° C. Cette température relativement basse permet d'éviter toute déformation des pièces au cours du traitement. Le recuit pratiqué dans ces conditions doit être suivi d'un refroidissement qui peut s'effectuer soit dans le four, soit à l'air libre. En tout cas il est nécessaire que le refroidissement soit assez lent.

Si le recuit à basse température fait bien disparaître les tensions intérieures et rend ainsi les pièces plus saines, il ne modifie nullement les qualités mécaniques de la fonte grise. Il en résulte que l'usinage des pièces coulées n'est pas rendu plus commode par ce genre de traitement. Si l'on tient à faciliter l'usinage, il est nécessaire de faire appel au recuit à température élevée, de l'ordre de 700 à 850°. L'expérience a montré que les frais occasionnés par un recuit à une telle température sont largement compensés par l'économie que l'on réalise sur l'usinage qui est beaucoup plus rapide et entraîne une moindre usure des outils.

Le recuit à haute température fait, lui aussi, disparaître les tensions intérieures, mais, en outre, modifie profondément les propriétés mécaniques de la fonte; néanmoins comme il oblige à porter les pièces à une température susceptible de provoquer de légères déformations, le recuit à haute température n'est pas applicable aux pièces qui ne sont pas destinées à être retouchées après traitement. Le recuit à haute température doit être suivi de refroidissement lent, opéré de préférence dans le four.

Il est intéressant d'employer pour le recuit des pièces en fonte grise des fours continus qui permettent d'élever graduellement la température des pièces, de les maintenir le temps voulu à la température de traitement et de les laisser ensuite refroidir lentement. Si la production ne justifie pas l'emploi de fours de ce genre, on est conduit à opérer le refroidissement à l'air libre, mais il est prudent de ne pas retirer les pièces du four tant que leur température n'est pas tombée aux environs de 400°, sans quoi les propriétés obtenues par le traitement disparaîtraient en partie.

L. P.

§ 3. — Météorologie.

Deux étés très mauvais : 1930 et 1931. Peut-on fixer la date du prochain été très chaud?

On aurait pu supposer que l'année très pluvieuse de 1930 serait suivie d'une année plutôt sèche; or, jusqu'ici 1931 s'annonce presque aussi pluvieux que 1930. D'autre part, les mois de juillet et août 1931 n'ont pas présenté de véritables températures d'été. Quand donc aurons-nous un été très chaud? demande-t-on de tous côtés. Nul ne peut donner de réponse précise à cette question.

Toutefois, en se basant sur les coïncidences relevées dans les dates des saisons extrêmes correspondant aux périodes de certains phénomènes astronomiques, on peut essayer de fixer la date du prochain été très chaud. Les méthodes actuelles de la Météorologie ne permettant des prévisions que sur 24 ou 48 heures au plus, il ne faut pas songer à les appliquer dans un problème portant sur une ou plusieurs années à l'avance, et il faut orienter les recherches dans une voie tout à fait différente. Nous allons employer ici la méthode qui nous a servi à indiquer, dès 1927, que l'hiver de 1929 serait froid comme celui de 1829. Nous verrons plus loin pourquoi l'hiver de 1930 n'a pas été rigoureux comme celui de 1830.

Un fait très curieux et difficilement explicable à première vue aurait dû depuis longtemps retenir l'attention des météorologistes : c'est le retour séculaire de certaines années ou de certaines saisons remarquables par leur température ou leur pluviosité.

D'autre part, les coïncidences observées entre les variations des phénomènes solaires (taches, facules, etc.) et les variations anormales de la température sur nos contrées, montrent une relation générale entre ces deux ordres de phénomènes, les saisons chaudes étant plus nombreuses aux époques des maxima de taches solaires et les saisons froides plus nombreuses aux époques des minima de taches.

La durée moyenne de la période solaire étant de 11 ans, 11 ans, 1 on voit qu'un siècle comprend un nombre exact de périodes solaires (9), et si les phénomènes du soleil exercent une action sur nos températures, on doit retrouver, d'un siècle à l'autre, à très peu près,

les mêmes températures correspondant à la même phase d'une période solaire; c'est, en effet, ce que montre l'observation. Par exemple, étés très chauds en 1693, 1793 et 1893; 1800 et 1900; 1804 à 1806 et 1904 à 1906; 1811 et 1911; 1822 et 1921; 1828 et 1928. Une correspondance du même genre s'observe pour les hivers froids.

(Remarquons en passant qu'il n'est pas toujours facile de ranger une saison dans la série froide ou dans la série chaude, car il existe très peu de saisons dont les températures ont été très élevées ou très basses pendant trois mois consécutifs, et on constate parfois des divergences assez sensibles au point de vue de la classification des saisons. Toutefois, les étés indiqués ci-dessus sont généralement admis comme très chauds.)

En dehors des étés qui correspondent aux années de grande abondance de taches solaires (maxima de la période de 11 ans), on note une série d'étés chauds intermédiaires séparés également par des intervalles d'une durée analogue à celle de la période solaire; nous pouvons ainsi établir, pour les 100 dernières années, les deux séries suivantes :

1° Etés correspondant à une époque de maximum de taches solaires : 1828, 1837, 1848, 1859, 1870, 1881, 1893, 1904 et 1906, 1918, 1928 et 1929. L'intervalle entre chacun de ces étés varie de 10 à 13 ans, comme la durée de la période solaire.

2° Etés intermédiaires : 1834, 1846, 1856, 1865, 1876, 1887, 1899 et 1900, 1911, 1921. Les intervalles sont analogues à ceux des étés de la série précédente.

Il résulte des dates ci-dessus que les étés de 1928 et de 1929 ayant coïncidé avec le maximum solaire de 1928-1929, le prochain été très chaud devrait faire partie de la série intermédiaire et se placer avant le prochain maximum solaire de 1937 ou ou 1938.

Les intervalles qui séparent les maxima et les minima des périodes solaires sont tantôt courts (10 ou 11 ans), tantôt longs (12 ou 13 ans) et on n'observe presque jamais trois intervalles courts ou longs consécutifs. Les intervalles précédents (1900 à 1911 et 1911 à 1921) étant respectivement de 11 et de 10 ans, le prochain intervalle devrait être de longue durée, soit 12 ou 13 ans, ce qui nous donnerait 1933 ou 1934 pour l'année du prochain été très chaud. Mais, au siècle dernier, nous trouvons un été excessif en 1834; le retour séculaire nous indique 1934 et nous devons vraisemblablement nous arrêter à cette dernière date.

Terminons par une autre remarque : au siècle dernier, l'été de 1832 s'est montré moins mauvais que les étés de 1830 et de 1831; nous pourrions donc espérer, en 1932, un été qui, sans être très chaud, présenterait une amélioration sensible par rapport aux étés de 1930 et de 1931.

D'autre part, il existe de notables différences dans la durée et l'intensité des périodes solaires; c'est l'une des raisons pour lesquelles on n'observe pas de périodicité bien accusée dans la succession des années où des saisons chaudes ou froides. Les périodes solaires de 1900 à 1929 ont offert une remarquable analogie avec celles de 1800 à 1829, mais une variation a été notée ensuite : l'hiver très doux de 1930 est survenu à la suite d'une recrudescence importante de taches solaires, tandis que l'hiver très froid de 1830 avait coïncidé avec une diminution de ces taches; cette concordance confirme une fois de plus l'action des phénomènes solaires sur nos températures.

Les indications qui précèdent ont simplement pour but d'attirer l'attention sur l'emploi des périodes solaires en Météorologie; mais il ne sera possible d'obtenir des résultats précis que le jour où l'on connaîtra les causes qui font varier les phénomènes solaires et où l'on pourra calculer à l'avance les dates de leurs variations, comme on calcule actuellement les dates des phénomènes astronomiques.

Henri MÉMERY,
Observatoire de Talence (Gironde).

LA GENÈSE DE L'OPÉRATION DE LA JONCTION GÉODÉSIQUE DIRECTE DE LA CORSE A LA CHAINE MÉRIDIENNE DES ALPES

(Suite)

D'après le commandant Perrier, le Dépôt de la Guerre ne possédait pas en 1875 les registres minutes des observations astronomiques ou géodésiques exécutées en Corse, en Sardaigne, dans les îles ou sur les côtes de Toscane; cependant, il signalait que la liaison de la Corse avec les îles et les côtes du Grand-Duché de Toscane s'était effectuée par 46 triangles s'étendant depuis Livourne jusqu'au Cap Argentale, en rejoignant le côté intérieur de l'île Stello-San't-Angelo de Casinca mesurant 18.538,38 toises. Par contre, si le manuscrit de Tranchot donnait les coordonnées du point géodésique Turghio, il n'en était pas de même pour celles de Cargèse qu'on avait dû calculer ultérieurement. Les deux points étaient cependant portés sur la légende de l'ancienne Carte de la Corse avec leurs deux coordonnées. Celles-ci, discutées par le commandant Perrier, puis dotées par lui de certaines corrections, lui servirent à établir, par calcul inverse, la longueur du côté Turghio-Cargèse qui, finalement, devait devenir la base de départ qu'il allait fixer pour la triangulation du premier ordre des feuilles au 80.000e de la Corse, comme on le verra plus loin.

Mais, avant d'adopter définitivement des valeurs découlant de celles de Tranchot, le commandant Perrier voulut se rendre compte du parti qu'il pouvait tirer des observations que l'éminent ingénieur géographe Adrien Durand[1] avait, par ses visées sur la Corse, ajoutées aux programmes des stations de sa triangulation du Quadrilatère Aix-Marseille-Castellane-Nice.

Ce n'était d'ailleurs que parce que les silhouettes de deux sommets de l'île se présentaient depuis le Continent sous des aspects caractéristiques faciles à retrouver dans une apparente régularité, au cours des occupations successives de ses stations de Provence, que Durand avait songé à les introduire dans ses tours d'horizon : en effet, quand avait lieu la visibilité de l'île, le Monte Cinto apparaissait toujours comme le point le plus élevé de la crête de la grande chaîne, en même temps que Paglia Orba offrait toujours aux yeux une magnifique paroi presque verticale, discriminant cette cime de toutes celles l'environnant. Et, tandis que Durand se décidait à prendre pour point de visée le sommet apparent du Cinto, c'est-à-dire le point de contact de la tangente horizontale de la silhouette, il ne sut pas se résoudre à adopter pour Paglia Orba le même point de tangence sommitale, eu égard à la plate-forme, quelque peu indécise dans son rigoureux sommet, constituant la partie culminante. Il préféra alors, à ce point, cependant assez facile à déterminer, le bord de l'à-pic si caractéristique de la paroi orientale. Pourtant, ce choix n'aurait été légitime qu'au cas où cet à-pic eût été constitué par l'arête d'un angle dièdre vertical et non par une muraille plus ou moins cylindrique dont le plan de tangence, le long des génératrices, variait avec la position de la station continentale. Il s'ensuivit que les résultats du capitaine Durand ne tardèrent pas à apparaître insuffisants pour préciser la base que recherchait le commandant Perrier, c'est-à-dire la distance comprise entre les deux points visés au sommet du Cinto et au bord de l'à-pic Paglia Orba.

Dans un premier tableau de triangles, en effet,

1. *Voir* sur le capitaine A. Durand, les pages 19 à 24 du tome VIII de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises* de l'Auteur.

Voir aussi les deux volumes de *Balaïtous et Pelvoux*, de Henri Beraldi, dans lesquels se trouve la plus complète documentation réunie à ce jour sur l'illustre géodésien. Toutefois, un détail de la vie de Durand a échappé à son historiographe : ayant à préparer la commémoration du centenaire de la première ascension du Pelvoux en 1828, j'ai prié mon camarade et ami, le général Alvin, commandant l'Ecole Polytechnique, de faire rechercher dans les archives de l'Ecole certains détails sur l' « Antique » de la promotion 1808. Il est résulté de cette investigation que Durand fut immatriculé sous les prénoms de Gustave Othon et qu'il fallut une réclamation de l'intéressé pour lui faire restituer ses véritables prénoms. Une note de son dossier dit, en effet : « Le 13 mai 1816, M. Durand a « remis un acte de notoriété constatant qu'il se nomme « Adrien-Armand, qu'il est né le 8 octobre 1787 et « que c'est par erreur qu'il est entré à l'Ecole Polytechnique sous le nom de Gustave-Othon né le 9 « janvier 1791. » Durand était entré 7e sur 150. Sorti 71e malgré des notes excellentes qui caractérisent les tout premiers dans les promotions actuelles, il fut classé à la quatrième et dernière place disponible dans le corps des Ingénieurs-Géographes, n'ayant pas obtenu celui des Ingénieurs des Ponts et Chaussées qu'il avait initialement demandé.

s'en trouvent figurés, d'une part, onze, déterminant Paglia Orba, et, d'autre part, onze autres de mêmes bases, déterminant Cinto. Dans un second tableau sont rassemblés, en corollaire du premier, sept triangles aboutissant au côté commun Cinto-Paglia Orba qui est ainsi doté de sept valeurs différentes. Il est intéressant de noter que, dans le passage de l'un à l'autre de ces tableaux, sont abandonnés en route les triangles dont la base s'appuie au Cap Roux, en constatation de l'imperfection notoire des visées émanées de cette station, d'abord, par la comparaison de la distance Cap Roux-Cinto, qui, par le triangle ayant son troisième sommet au fanal de Villefranche, se trouve mesurée par 204.961 m., 90, tandis que par le triangle ayant son troisième sommet à Moulin Paillas, cette distance n'est que de 204.839 m., 10, c'est-à-dire inférieure de plus de 120 m., et ensuite, par la comparaison de la distance Cap Roux-Paglia Orba, qui, par le triangle ayant son troisième sommet à Villefranche, se mesure par 203.023 m., 70, tandis que par le triangle ayant son troisième sommet à Moulin Paillàs, cette longueur n'est plus que de 202.933 m., 50, c'est-à-dire inférieure de plus de 90 m.[1].

Les sept valeurs résultant de ces calculs pour le côté Cinto-Paglia Orba, tel qu'il a été défini par Durand, sont comprises entre 6.813 m., 60 et 6.823 m., 84, présentant donc un aléa de plus de 10 m. sur moins de 7 km., soit, d'environ le 1/680 de la distance. Cette indécision, absolument inadmissible pour un côté ordinaire d'une triangulation d'ordre très inférieur, l'est à plus forte raison pour une base de départ devant servir à l'établissement d'une triangulation primordiale. Le côté Cinto-Paglia Orba, dans lequel l'aboutissement sur ce dernier sommet se fait au point culminant et non sur le bord de l'à-pic oriental, est en réalité mesuré, comme on le verra plus loin dans la seconde partie de ce volume, par une longueur de 6.854 m., 81, résultant de mes compensations successives de la jonction de l'île avec le Continent, de la Chaîne Méridienne de Corse et du point lui-même déterminé par cinq lieux géométriques.

Perrier pousse plus loin l'examen des résultats de Durand : en premier lieu, un tableau de calculs d'altitudes des deux points, Cinto et Paglia Orba, fait apparaître des divergences considérables : la hauteur du Cinto s'y chiffre par quatre valeurs : 2.819 m., 2.866 m., 2.837 m. et 2.820 m., dont la moyenne serait 2.835 m., alors que la cote exacte est 2.709 m.; celle de l'à-pic du Paglia Orba se présente par cinq nombres : 2.605 m., 2.674 m., 2.643 m., 2.633 m., 2,601 m., alors que

1. Le commandant PERRIER écrit dans le supplément du tome X du *Mémorial du Dépôt de la Guerre* (p. 7 et suiv.) :

« Parmi les stations trigonométriques comprises dans « le quadrilatère Marseille-Aix-Castellane-Nice, il en est « huit : fanal de Villefranche, Moulin Paillas, le Cheiron, « la Chains, la Sauvette, le Cap Roux, le Roucas de « Lauquier et le Mourré de Chénier, d'où cet ingénieur « (DURAND) aperçut très distinctement l'Ile de Corse, « dont la crête dentelée surgissait au-dessus de l'horizon de la mer, dans la direction du Sud-Est. Grâce « à des circonstances atmosphériques très favorables, « le capitaine DURAND put, de chacune de ces huit « stations, relever les sommets des monts Cinto et « Paglia Orba et mesurer leurs distances au zénith. « Le mont Cinto apparaissait dans le lointain comme « un pic bien nettement terminé en pointe; le Paglia « Orba, au contraire, présentait la forme d'une protubérance couronnée par un petit plateau, s'abaissant « d'un côté en pente douce et bordée de l'autre côté « par une paroi verticale. L'observateur visa la pointe « du Cinto et le bord de l'escarpement du Paglia « Orba. Les deux sommets ainsi recoupés appartenant « à l'ancienne triangulation, la Corse put être considérée comme rattachée directement à la France continentale.

« Les observations du capitaine DURAND ont exercé « la sagacité du colonel PUISSANT qui les a mentionnées « dans le discours préliminaire inséré au tome VI du « *Mémorial* et en a extrait un exemple utile pour la « solution d'une question de haute géodésie. Bien qu'elles « soient loin de posséder le degré de précision des « opérations géodésiques habituelles, il m'a paru utile « de les faire connaître avec quelque détail, car elles « constituent la première tentative faite pour relier directement par la Géodésie les triangulations de deux « pays séparés par des distances considérables (entre « 195 et 267 km.).

« Les tableaux suivants résument les résultats obtenus.

« Le premier contient 22 triangles ayant leurs sommets à Cinto et à Paglia Orba, et pour bases les « divers côtés qui unissent entre eux les points d'où « l'on aperçoit la Corse. Dans chacun de ces triangles, « on connaît la base qui est donnée par la triangulation « primordiale et les deux angles adjoints fournis par « l'observation; le troisième angle est conclu. Le calcul « donne les longueurs des côtés qui relient Cinto et « Paglia Orba avec les sommets de la France continentale.

« Les bases sur lesquelles s'appuient les triangles « gigantesques sont comprises entre 35 et 79 km. « Quant aux longueurs des côtés qui s'étendent entre « la France et la Corse, elles sont supérieures à 194 km. « et atteignent jusqu'à 266.454 m. (côté Cinto-Mourré « de Chénier).

« Le deuxième tableau présente le calcul des triangles « qui ont leurs sommets en France et pour base commune le côté Cinto-Paglia Orba. Dans chacun de « ces triangles, on connaît un angle donné par l'observation et les deux côtés qui le comprennent, dont « les longueurs sont fournies par le premier tableau. « En convertissant ces côtés en arcs terrestres, le capitaine DURAND a recherché d'abord par les formules « ordinaires de la trigonométrie sphérique les deux « angles à la base de chaque triangle et avec les angles « ainsi obtenus, il a ensuite calculé la longueur du « troisième côté Cinto-Paglia Orba.

« Ce côté, vu des côtes de France, sous-tend un « angle qui varie entre 1 G, 5822 et 2 G, 2179; le « calcul donne pour sa longueur sept valeurs comprises « entre 6.813 m. 6 et 6.823 m. 8 dont la moyenne est « 6.817 m. 6.

l'altitude exacte du sommet culminant n'est que de 2.526 m., 5; en second lieu, des comparaisons de coordonnées géographiques dans le système de Tranchot et dans celui de Durand, font ressortir une divergence incompréhensible correspondant à 500 m. environ pour la longitude du Paglia Orba, tandis que la latitude semble concorder d'une façon exceptionnellement satisfaisante.

Ces constatations font, avec raison, abandonner tout espoir d'utilisation des visées de 1827 et amènent Perrier à réexaminer les opérations de Tranchot d'un demi-siècle plus anciennes. Car, le général Blondel, alors directeur du Dépôt de la Guerre, a jugé impossible d'entreprendre pour la Corse les opérations indépendantes fondamentales d'une triangulation de premier ordre, et force est à Perrier de se rabattre sur ce qu'il y a de moins imprécis dans les travaux antérieurs. Scrutant ceux-ci de près, il s'aperçoit qu'on ne retrouve avec certitude que six seulement des axes des sommets que Tranchot avait déterminés, formant entre eux trois côtés qu'on peut, à la rigueur, utiliser comme départs d'une triangulation. Il adopte le plus grand comme base principale, c'est-à-dire le côté Turghio-Cargèse, se réservant d'utiliser les deux autres comme bases de vérification. La longueur de ce côté donnée par Tranchot est de 11.917 m., 735.

Mais les valeurs des coordonnées géographiques des deux points extrêmes de ce côté apparaissant, à la suite de nouveaux calculs, sujettes à de sérieuses discordances, suivant la manière dont il en reprend la vérification, Perrier est amené à contrôler la base qu'il vient de choisir : à cet effet, il la recalcule en aboutissement d'une chaîne de 109 triangles empruntés à quatre segments différents : un premier segment, provenant de la Méridienne de Paris, s'étend du côté Panthéon-Belle-Assise au côté Hermant-Bort; un deuxième segment est tiré de la partie orientale du Parallèle Moyen, entre le côté Hermant-Bort et le côté Granier-Colombier; un troisième segment est emprunté à la triangulation italienne, depuis le côté Granier-Colombier jusqu'aux rives du golfe de Gênes; enfin, le quatrième segment comprend les triangles de Tranchot entre le côté Monte Castello (île de Capraïa)-Monte Capanne (île d'Elbe), et le côté Turghio-Cargèse. Il a eu soin, au préalable, de choisir, pour le côté Bort-Hermant, la valeur la plus probable, en prenant la moyenne de trois chiffres et en la justifiant par des jonctions avec la Méridienne de Paris et avec la chaîne de Fontainebleau, reliées aux bases de Melun, de Perpignan, de Bordeaux et du Tessin. Adoptant donc, pour ce côté Bort-Hermant, la valeur 40.293 m., 97, il calcule les 109 triangles de son enchaînement et aboutit, pour le côté Turghio-Cargèse, à la valeur 11.918 m., 80, c'est-à-dire supérieure de 1 m., 07 à celle qui résultait des calculs inverses des coordonnées des deux points.

Cette vérification lui paraissant suffisante, quoique donnant une valeur différant de la première de 1/10.000^e, Perrier adopte définitivement pour départ de la triangulation de premier ordre des feuilles de la Carte de l'Etat-Major de la Corse, qu'il est chargé d'établir avec les capitaines Bugnot et Proust, la valeur de Tranchot pour le côté Turghio-Cargèse, c'est-à-dire 11.917 m., 735.

Ainsi, comme nous n'avons, à l'heure actuelle, en fait de carte originale de la Corse, que les feuilles du 80.000^e, il est rigoureusement exact de dire que la description topographique de ce grand département français est encore basée sur une ossature vieille d'un siècle et demi.

L'examen des deux opérations de Tranchot et de Durand, ainsi que des efforts de Perrier pour en tirer les précisions conformes à l'état d'avancement de la science géodésique dans la seconde moitié du XIXe siècle, était déjà de nature à me faire envisager comme très souhaitables de nouvelles recherches amenant à des valeurs plus certaines des distances comprises entre des positions géodésiques de la Corse et des positions du Continent français. Mais cette impression ne fit que croître considérablement quand je me fus mis à l'étude des résultats de la triangulation intérieure de l'île, effectuée en 1863, et surtout quand j'eus pris connaissance des difficultés que P. Hatt, ingénieur hydrographe de la Marine, exécutant de 1884 à 1890 les levés des côtes de la Corse, rencontrait dans l'utilisation des données de 1863 et dans ses essais de liaisons de celles-ci avec ses propres triangulations. Ces difficultés, mises en évidence à l'occasion de chacune des nombreuses soudures du réseau du littoral corse avec le réseau, quelque peu hétérogène, établi à l'intérieur de l'île par le Dépôt de la Guerre, et destiné à appuyer les feuilles de la carte au 80.000^e, sont exposées d'une façon plus complète dans la seconde partie du volume relative à la Chaîne Méridienne de Corse. Pour le moment, il me suffira d'indiquer que toutes ces imprécisions, aussi bien dans la jonction de l'île à la terre métropolitaine, que dans les réseaux couvrant son territoire, m'avaient appris le puissant intérêt qui devait être retiré, tant au point de vue scientifique théorique, qu'à celui de l'édification de cartes précises, de nouvelles opérations s'appliquant, à la fois, à la fixation exacte de l'île par rapport au Continent et à celle d'un réseau intérieur permettant une description géométrique détaillée de toute sa surface.

Cependant, la réaction que ces conclusions devaient provoquer en mon esprit, c'est-à-dire la perspective de la prise personnelle en mains de ces nouvelles opérations, ne pouvait être très rapide; il m'était, en effet, indispensable, si je devais m'attacher à cette idée, de procéder à une adaptation intuitive, et par suite lente, des buts à atteindre, des moyens nécessaires et des résultats qu'il était possible d'escompter. Quoique toujours disposé à m'enthousiasmer pour toute nouvelle extension de mon œuvre, le pas à franchir était d'un ordre tellement plus important que tous ceux qui, les années précédentes, m'avaient conduit sur des superficies alpines de plus en plus étendues, ou vers des programmes de plus en plus vastes, que j'avais besoin, non seulement d'un examen général des diverses disciplines à mettre en jeu, mais aussi d'une préparation morale, en quelque sorte indépendante de précisions techniques et faite surtout d'un développement presque inconscient de l'état d'âme nécessaire à une semblable conception.

Cependant, contre les motifs nombreux d'hésitation ou même d'abandon, venaient plaider, toutefois, des raisons tirées de l'expérience acquise et aussi de la continuation de certains projets des dernières années. Parmi les premières, les réussites de visées à très grande distance avec un appareil de mesures léger et de limbe réduit, comme celles des séries effectuées depuis le sommet de la Sainte-Baume sur le Mourre de Chanier, à plus de 70 km., ou sur la Chains, à plus de 80, et depuis le Cheiron sur la Sauvette, à près de 80, m'incitaient à espérer encore mieux et à concevoir l'application de ce même instrument léger à des visées beaucoup plus lointaines encore, au moyen de perfectionnements de détail, c'est-à-dire par contre-coup, à me décharger de préoccupations d'encombrements et de poids incompatibles avec les ascensions de rochers. Parmi les secondes raisons, le programme d'observations astronomiques que j'avais fixé à mon ami Fayet, directeur de l'Observatoire de Nice, et dont il s'acquittait si consciencieusement depuis deux ans, me paraissait des plus intéressants à développer, parallèlement à l'extension de l'amplitude de l'Arc de Méridien qui allait automatiquement pouvoir être envisagée si je donnais suite aux projets de jonction de la Corse et d'établissement d'une Chaîne Méridienne de précision la traversant.

Et si, dans mon esprit, restaient encore à l'état d'inconnues les méthodes à adopter pour la signalisation de nuit, il me semblait, *a priori*, que l'étude des quelques opérations analogues de grande envergure exécutées depuis un siècle, me donnerait le moyen, soit d'obtenir la solution par inspiration de l'une de celles-ci, soit de déduire, dans l'examen de leurs détails d'exécution, des considérations de modalités originales, basées en particulier sur les progrès des sciences électrique et optique de ces dernières années.

Enfin, comme membre du Comité de Géodésie et de Géophysique, je n'étais pas sans connaître les intentions de l'Institut topographique militaire de Florence, relatives à une jonction de la Sardaigne aux côtes italiennes de Ligurie et de Toscane par l'intermédiaire de la Corse et les propositions concrètes soumises avec quelque insistance à notre Service Géographique de l'Armée. Dès 1888, le colonel de Stéfanis, afin d'obtenir des triangles bien conformés pour une liaison de la Sardaigne à l'Italie, avait en effet établi un projet dans lequel les Monts de la Gallura, situés dans le Nord de la Sardaigne, seraient, par l'intermédiaire des sommets corses de la Punta Artica et de l'Incudine, reliés à plusieurs points fondamentaux de la triangulation italienne dans l'Archipel toscan. Par le canal de son président, le général Annibal Ferrero, la Commission géodésique italienne avait demandé au Gouvernement français de prendre part à ce travail ou de permettre aux géodésiens italiens d'occuper les deux stations de Corse. A l'occasion de la treizième Conférence de l'Association Géodésique internationale qui s'était tenue à Paris, le professeur Celoria avait entretenu de la question le général Bassot, directeur du Service Géographique de l'Armée, et avait compris que la jonction de la Sardaigne à l'Italie à travers la Corse, avec la coopération de la France, ne serait possible qu'à une époque lointaine et indéterminée, parce qu'alors précisément, beaucoup de géodésiens français étaient occupés en Amérique à la nouvelle mesure d'un Arc de Méridien équatorial. En conséquence, la Commission géodésique italienne prit la résolution de faire exécuter directement la jonction de la Sardaigne au Continent italien et le professeur Celoria, dans un Rapport du 2 décembre 1901 adressé au général Vigano, alors directeur de l'Institut Géographique militaire de Florence, concluait à l'inopportunité de rechercher, par des triangles s'appuyant sur la Corse, la jonction de la Sardaigne et, par suite, à l'inutilité d'attendre le concours de l'Etat-Major français; mais, au contraire, il recommandait l'opportunité de procéder à cette jonction d'une façon indépendante dans le plus bref délai possible. Le général Vigano saisissait aussitôt du projet le Chef d'Etat-Major général de l'Armée et l'on passait à l'exécution.

Il faut, cependant, penser que celle-ci, réalisée dans les mois suivants, c'est-à-dire en 1902, n'apportait pas tous les apaisements aux vues de l'Institut Géographique militaire de Florence, puis-

que la question d'une nouvelle opération, où serait intéressé le territoire de l'île française, était reprise par lui dès 1903. Ces nouveaux projets de jonction de la Corse au Continent européen, par l'Italie et non par la France, n'étaient pas sans action sur les vibrations de mes fibres sentimentales et patriotiques qui s'accordaient si bien avec celles que les considérations scientifiques mettaient en résonance.

J'étais donc amené peu à peu à entrer de plus en plus dans les détails de la préparation, sinon encore du projet lui-même, mais déjà de l'atmosphère indispensable à la gestation et à l'éclosion de ce projet, alors que s'achevaient l'élaboration et l'impression de mon tome VIII, limité aux rivages de la Méditerrannée, et alors que, précisément, j'éprouvais quelque peine à me résigner à l'arrêt de mes travaux sur ces stations d'où, par mes visées, j'avais déjà jeté quelque emprise morale sur la belle terre française d'au delà les flots[1].

---

1. Voici les principaux passages du projet de l'ingénieur LOPERFIDO, chef de la Section de Géodésie de l'Institut Géographique militaire italien, tel qu'il a été traduit en français d'un article de l'*Universo* (3e année, no 5, mai 1922), publication de l'Institut Géographique militaire italien, et publié dans le *Bulletin Géodésique*, no 2, d'avril 1923 (*Comptes rendus de la première assemblée générale de la Section de Géodésie de l'Union Géodésique et Géophysique internationale*, Rome, 1922, Annexe 6) :

« L'idée de cette opération date de 1903 environ. Elle « contribuera à incorporer la triangulation fondamen- « tale italienne dans l'ensemble des grands travaux sus- « cités par l'Association géodésique internationale. Nous « espérons aussi beaucoup des propositions faites un « plus grand développement de la Science qui a pour « objet la vie de la terre.

« Fréquemment, jusqu'en 1909, la question avait été « soulevée dans les réunions de la Commission géodé- « sique royale italienne, le projet de jonction recevant « toujours l'approbation des plus éminents professeurs « de Géodésie comme JADANZA, PIZZETTI, VENTURI, « DE BERARDINIS et REINA. Cependant, il n'avait jamais « été mis à exécution à cause de la question matérielle « des dépenses à prévoir. En 1911, il parut opportun de « connaître aussi l'opinion du « Service Géographique « de l'Armée française » sur cette initiative italienne « qui admettait aussi le savant concours de nos collègues « français : l'opinion du général BOURGEOIS fut alors, « je m'en souviens bien, des plus favorables.

« Mais survinrent la guerre italo-turque, puis la grande « guerre qui se propagea à travers le monde entier. « Aussi ce projet, soutenu durant tant d'années avec une « foi ardente digne des apôtres, tomba-t-il dans l'oubli. « Il ne se serait pas dégagé des nuages qui le ca- « chaient sans la Commission géodésique italienne, en « novembre 1921.

« Nous avons ainsi retrouvé la certitude que le projet « sera promptement réalisé, étant donné l'adhésion déjà « acquise de tous les membres de la Commission géo- « désique royale italienne.

« Nous pouvons désormais dire quelles sont les rai- « sons de cette proposition d'un nouveau rattachement « de la Sardaigne au réseau géodésique continental, « sans renoncer cependant à évoquer des souvenirs histo- « riques intimement liés à l'extension et à la nature « même du projet et qui remontent dans l'histoire du « Royaume d'Italie au moment du retour des Autrichiens « à Milan.

« Entre le XVIIIe et le XIXe siècle vivait à Milan « l'abbé Barnabé ORIANI, astronome de très grande « valeur, qui avait courageusement refusé de prêter « serment à la République. Lorsque l'Autriche reçut « la proposition de l'astronome CASSINI de prolonger « en Italie la triangulation française, elle chargea les « astronomes de Milan de commencer avec le plus « grand soin les travaux géodésiques en Lombardie. « ORIANI, ainsi que CESARIS et REGGIO se mirent « aussitôt à l'œuvre et posèrent les bases d'une Géo- « désie théorique et d'une Cartographie rationnelle. Ce « fut à cette occasion, et précisément en 1788, que fut « mesurée la base de la Somma, sur la rive gauche « du Tessin.

« En 1820, par suite d'accords intervenus sous les « auspices de LAPLACE, on entreprit la mesure d'un « arc du Parallèle moyen entre Bordeaux et Milan.

« CARLINI, dans ses *Ricordi degli studi topografici*, « ajoute : Les opérations furent exécutées avec l'en- « tente la plus complète, à tel point qu'il fut même « permis à un astronome italien de s'établir dans un « petit observatoire édifié pour lui sur la pointe Sud « du Jura en territoire français. Cette opération fut pro- « longée ultérieurement jusqu'à l'Est de Fiume en Illy- « rie, et, au Sud-Est, jusqu'à Florence, au moyen de « feux allumés d'une part sur le Monte Maggiore en « Istrie, et d'autre part sur le Monte Cimone dans « l'Apennin. » Et l'auteur ajoutait : « Toutes ces opé- « rations devraient maintenant être refaites au moyen « du télégraphe. »

« Mais avant de donner ces renseignements, ce même « auteur, après avoir montré l'utilité du système mé- « trique décimal, dont les prototypes peuvent être re- « constitués en toutes circonstances, en considérant « la longueur du méridien moyen, songeait qu'il n'exis- « tait alors en Italie que la seule mesure du petit « arc de BECCARIA d'une amplitude de 1o7', et qu'on « pourrait plus tard déterminer la longueur de l'arc « de méridien de Zurich jusqu'à l'extrême pointe Sud « de la Sardaigne, d'une amplitude de 8o30' environ.

« Ainsi donc en proposant le rattachement de la Sar- « daigne à la Ligurie, nous sommes en parfait accord « avec l'histoire.

« L'Institut Géographique militaire, organisé de façon « définitive il y a maintenant 50 ans, a désormais assu- « mé la tâche de définir à l'aide de huit bases un « vaste réseau géodésique fondamental, d'où pourront « être déduits les ellipsoïdes locaux relatifs aux deux « versants des mers Adriatique et Tyrrhénienne et au « besoin de la Méditerranée, car ce réseau communique « à l'Est avec l'ancienne triangulation autrichienne dans « l'archipel des îles Curzolari, et au Sud avec l'île « de Malte et la Tunisie.

« Donc, rattacher la Sardaigne à la Ligurie, cela « signifie réaliser la mesure de l'arc méridien de Cra- « mosino en Suisse (qui pourrait être un sommet de « notre triangulation) jusqu'à l'île del Toro. L'amplitude « serait d'environ 7o30'. Le bénéfice immédiat qui dé- « coulerait de ces opérations, s'appuyant sur les théories « géodésiques les plus ardues, ne sera pas en vérité « de mince importance.

« Il nous suffira de rappeler que l'Institut a déjà « pu calculer un arc du Parallèle moyen entre le « méridien du Mont Tabor et celui de Caorle d'une « amplitude de 6o30', ce qui constitue une bonne occasion « de comparer ces résultats nouveaux à ceux obtenus « par les travaux des astronomes de Brera.

« Il n'est pas difficile de comprendre comment avec « ces deux arcs (qui s'appuieraient de façon rationnelle sur « d'autres mesures de latitudes pour l'arc de méridien, « et de longitudes pour l'arc de parallèle), on pourrait « songer à définir l'ellipsoïde local italien du versant « tyrrhénien. Ce qui montre bien l'absolue nécessité « d'effectuer le rattachement proposé. La figure de rat-

« tachement est déjà bien déterminée et les éléments « fondamentaux en ont été calculés...

« ... Les stations choisies pour cette nouvelle triangu-« lation sont : en Sardaigne, Punta della Scomunica et « Monte Limbara; dans l'Archipel toscan, les îles d'Elbe « et de Gorgona; en Ligurie, Monte Settepani. Toutes « ces stations sans exception seront rattachées à la « station de Monte Artica en Corse.

« Pour les stations italiennes on emploiera le grand « projecteur Faini à lumière oxyacétylénique, et pour « les trajectoires plus courtes la lampe Lepaute, trans-« formée en un système télescopique sans aucun dia-« phragme pour restreindre le faisceau lumineux émer-« gent.

« En Corse, les Français adopteront certainement le « projecteur catadioptrique de MANGIN qui a servi au « rattachement géodésique de l'Espagne à l'Algérie, œu-« vre grandiose où resplendissent de gloire les figures « d'IBANEZ et de PERRIER auxquels la Science internatio-« nale dans son Assemblée de Rome au Capitole même « doit apporter l'hommage de sa plus grande reconnais-« sance... »

Le rapport se continue par une étude sur la portée des projecteurs proposés et se termine par un tableau des divers éléments prévus à chaque station (azimuts, distances zénitales, distance en kilomètres, altitudes, portées géographiques en kilomètres, altitudes minima de la trajectoire, etc.). La plus grande distance prévue est comprise entre la Punta Artica et le Monte Settepani séparés par 229 km.

Ce rapport ayant été transmis au Service Géographique de l'Armée française, une mission fut confiée au lieutenant TARDI de la Section de Géodésie pour aller sur place examiner les modalités du projet et les moyens de sa réalisation pratique. Cet officier fit, le 31 août 1923, l'ascension de la Punta Artica, seule station prévue en Corse par le projet italien, et reconnut que si l'accès n'en présentait aucune difficulté sérieuse, celle-ci gisait plutôt dans l'installation du campement qui serait gêné par des amoncellements énormes de blocs. Au point de vue de l'inspection du tour d'horizon, un temps peu favorable la contraria, surtout dans les secteurs Nord et Nord-Est, précisément les plus utiles à étudier.

Pour compléter sa documentation, il n'hésita pas à exécuter une ascension au Cinto que, cependant, tout le monde considérait comme impossible à gravir avec un matériel pesant, même en prenant des porteurs du pays. Parti le 4 septembre à midi avec un guide et un mulet, il coucha aux bergeries d'Ascia qu'il quitta le 5 à minuit par un très mauvais temps. Arrivé au sommet il n'obtint aucune visibilité et redescendit presque aussitôt. S'il n'a pu observer ainsi réellement les directions, évidemment toutes très réalisables de ce point culminant, il a recueilli toutefois l'impression que la nature de la montagne ne permettait guère d'espérer son occupation pour le rattachement projeté, d'abord à cause de son accès qui, dans la dernière partie de l'ascencion, lui parut difficile même pour des hommes non chargés et ensuite à cause de la difficulté de l'aménagement du sommet lui-même, complètement impropre à l'installation des baraques d'observation et de protection des projecteurs à prévoir. Il concluait que l'occupation du Monte Cinto serait un tour de force qui ne devait être tenté que si toute autre solution était reconnue impossible.

Aussi chercha-t-il une autre solution et crut la trouver théoriquement — sans avoir toutefois le temps d'en faire la vérification sur place — dans l'occupation concomitante du San Pedrone et de l'Incudine pour lesquels il dressa un tableau des différentes données correspondantes.

Mais cette solution n'ayant plus aucun rapport avec le projet LOPERFIDO, le problème qui intéressait surtout l'Italie, sans être abandonné complètement, fut mis provisoirement de côté et, au cours des années suivantes, il n'y eut presque plus de correspondance à son sujet entre les deux Services.

Dans ce projet figurent, avec des caractéristiques diverses parmi lesquelles les portées et les hauteurs des trajectoires au-dessus de la mer, les trois directions émanées de Punta Artica sur le Monte Settepani, sur l'île de Gorgona et sur le Monte Limbara, directions qui sont étudiées comme si la Punta Artica était un sommet isolé en Corse sans voisinage de chaînes d'altitudes égales et même supérieures.

Et cependant, en premier lieu, la visibilité de Monte Settepani depuis la Punta Artica est impossible; à une quinzaine de kilomètres de celle-ci, le rayon visuel les joignant vient buter en effet sur la partie occidentale de la chaîne du Cinto (dont l'altitude dépasse 2.400 m. sur un développement de plus de 4 km.), à peu près à l'endroit précis où cette crête au sommet du Capo Largho dépasse 2.500 m., c'est-à-dire se trouve supérieure de 170 m. à la Punta Artica.

En deuxième lieu, la visibilité de l'île de Gorgona depuis la Punta Artica est triplement impossible : si l'on prend les chiffres de distances et d'altitude de l'ingénieur LOPERFIDO et si l'on fait le calcul de la dépression du sommet de l'île sous l'horizon de la Punta Artica, on trouve, pour cette dépression, environ — 1 G, 53'. Si l'on fait les mêmes calculs de dépression pour les trois chaînes successives rencontrées dans l'azimut de Gorgona, on trouve d'abord, à 20 km., la crête du Mont Travonato qui, au voisinage du sommet, correspond à une altitude d'environ 2.100 m. La dépression n'est que de — 0 G, 83'. On rencontre ensuite la crête du Monte Asto presque au point culminant, c'est-à-dire à une altitude d'environ 1.530 m.; à la distance de 41 km. qui sépare cette crête de la Punta Artica, la dépression est de — 1 G, 40'; enfin une troisième crête, celle qui forme l'arête dorsale de la presqu'île du Cap Corse, s'élève, au point probable du plan vertical de la trajectoire, à environ 1.250 m. d'altitude. Située à 72 km. de la Punta Artica, elle correspond à une dépression de — 1 G, 21'. Il en résulte que si l'île de Gorgona n'était pas masquée par la crête du Travonato, elle le serait par celle du Cap Corse, et encore, à défaut de celle-ci, par celle du Monte Asto, puisque la dépression de son sommet sous l'horizon de Punta Artica est supérieure aux dépressions de ces trois crêtes.

En troisième lieu, la visibilité de la Punta Limbara en Sardaigne est impossible depuis la Punta Artica. Si, en effet, les trois premières chaînes rencontrées par le plan vertical de la trajectoire, c'est-à-dire celle du Capo alla Moneta à 6 km., celle de l'Aculone-Triolello à 28 km. et celle du Monte Arghiavana à 40 km. laissent facilement passer au-dessus d'elles la visée Artica-Limbara, celle-ci rase déjà presque rigoureusement la crête San Pietro-Pinitelli à 56 km. et vient définitivement buter dans les pentes supérieures de la chaîne d'Ovace présentant à 76 km, par une altitude dépassant 1.300 m., une dépression de — 1 G, 19' sous l'horizon d'Artica, tandis que le sommet du Monte Limbara ne s'élève qu'à — 1 G, 43' sous cet horizon, c'est-à-dire à plus de 20 minutes centésimales au-dessous de la crête d'Ovace.

Ainsi, sur cinq directions indiquées par le projet italien, trois sont inexistantes.

On comprendra maintenant pourquoi le lieutenant TARDI, qui avait dû faire ces calculs provisoires d'après la carte de l'Etat-Major, n'aura pas eu besoin de s'attarder sur la Punta Artica pour attendre le déchirement des nuages qui l'y accueillirent le jour de son ascension, et pourquoi il se sera immédiatement préoccupé du projet d'une autre solution comportant les deux stations de l'Incudine et du San Pedrone, projet qui d'ailleurs lui procura quelque inquiétude relative à certaines possibilités de visibilités théoriques et qui l'amenait à suggérer le remplacement du Monte Settepani par un sommet des Alpes Maritimes plus élevé et plus occidental. Le temps lui manqua d'ailleurs pour vérifier

les possibilités de ce projet par une étude sur place aux deux sommets préconisés.

***

Cette Note était écrite depuis quelques semaines, lorsque parut le n° 7 du *Bulletin Géodésique*, organe de la Section de Géodésie de l'Union Géodésique et Géophysique internationale (juillet-août-septembre 1925), contenant les Comptes rendus de la deuxième Assemblée générale de la Section de Géodésie de l'Union Géodésique et Géophysique internationale réunie à Madrid du 24 septembre au 8 octobre 1924.

Ce Bulletin renferme précisément le résumé, par le colonel Georges Perrier, membre de l'Institut, secrétaire du Comité exécutif de la Section de Géodésie, de l'historique de la question de la jonction de la Sardaigne au Continent italien à travers la Corse.

Malgré le développement que présente déjà cette Note, il me paraît impossible, pour rendre complète la documentation que je m'éfforce de rassembler de l'ensemble des opérations et du projet qui ont précédé la réalisation de ma jonction de la Corse au Continent, de ne pas donner *in extenso* les textes publiés dans ce Bulletin :

« Commission de la Jonction des Triangulations « de la Sardaigne et de la Ligurie a travers « la Corse.

« Membres : MM. Carnera, le colonel Lamotte, « Loperfido (absent), le colonel Perrier.

« Procès-verbal de la Séance

« Le colonel Perrier communique à la Commission « quelle suite a été donnée, de la part du Service « Géographique de l'Armée française, au vœu exprimé « par l'Assemblée générale de Rome, relatif à la jonction « des triangulations de la Sardaigne et de la Ligurie « à travers la Corse, et dans quel sens le projet éla- « boré en 1922 devra être probablement modifié.

« Le colonel Perrier se félicite que, du côté italien, « les géodésiens de l'Institut Géographique militaire aient « commencé les travaux préparatoires à la jonction pro- « jetée, en stationnant en 1923 à Monte Settepani et « à Gorgona, ce dernier point appelé à être très vrai- « semblablement conservé dans le projet définitif.

« M. Carnera rappelle qu'à la troisième séance de la « Section, le 27 septembre matin, dans la communication « consacrée aux travaux géodésiques accomplis en Ita- « lie depuis 1922, il a en effet indiqué qu'en chacun « de ces points la latitude et un azimut astronomique « ont été déterminés.

« La Commission émet à l'unanimité le vœu suivant « à proposer à l'approbation de la Section de Géodésie « (approuvé par la Section de Géodésie dans sa 13e « séance plénière, le 8 octobre matin) :

« *Comme suite aux délibérations de la Commission chargée « d'examiner la suite donnée au vœu relatif à la fonction géo- « désique de la Sardaigne à la Ligurie à travers la Corse, for- « mulé en mai 1922 à la première Assemblée générale de la « Section de Géodésie de l'Union Géodésique et Géophysique « internationale, cette Section a pris connaissance des opéra- « tions exécutées, tant en France (Corse) qu'en Italie, pour don- « ner suite à ce vœu et remercie les Gouvernements français et « italiens de ce commencement d'exécution.*

« *Il ressort de la reconnaissance exécutée en Corse par un offi- « cier géodésien français qu'on ne saurait songer à réaliser « cette jonction au moyen de la seule station primitivement pré- « vue en Corse, Monte Artica, et que les géodésiens français « devront stationner probablement en deux points plus faciles « à aborder qu'un point unique dans le massif central corse.*

« *Aussi la Section de Géodésie de l'Union Géodésique et Géo- « physique internationale exprime-t-elle le vœu que l'Institut « Géographique militaire de Florence, déjà mis au courant des « résultats de cette reconnaissance, choisisse en conséquence le « plus tôt possible les points définitifs où devront stationner « les géodésiens italiens pour réaliser la jonction et que les opé- « rations sur le terrain soient poursuivies et terminées par les « deux Services intéressés de façon que les résultats puissent en « être présentés le plus tôt possible à une Assemblée générale « de l'Union.*

« Note sur la reconnaissance exécutée par le « lieutenant Tardi en Corse en 1923,

« par le Colonel G. Perrier,

« *ancien chef de la Section de Géodésie au Service Géographique de l'Armée*

« Au début du mois d'août 1922, une Note de l'Am- « bassade d'Italie à Paris, transmise par le Ministère « des Affaires étrangères français au Ministre de la « Guerre, a fait connaître à celui-ci que l'Institut Géo- « graphique militaire de Florence désirait être autorisé « à entrer en relations directes avec le Service Géo- « graphique de l'Armée française pour arrêter avec « lui les conditions d'exécution de la jonction des « triangulations de la Sardaigne et de la Ligurie à « travers la Corse. Le 16 août, la réponse du Ministre « de la Guerre a été favorable. Au mois de janvier 1923, « le général Vacchelli, directeur de l'Institut Géogra- « phique militaire, a exprimé au Service Géographique « de l'Armée son désir de commencer les opérations dès « la belle saison de la même année.

« Le 2 mars 1923, le colonel Perrier, alors chef de « la Section de Géodésie, a proposé de confier à un « officier de la Section la reconnaissance préalable « indispensable du point de la Punta Artica, sur lequel « reposait essentiellement le projet établi en 1922. Le « 18 juin 1923, la direction du Service Géographique « a décidé que la reconnaissance serait faite sur place « par un officier de troupe, de la garnison la plus « proche (Corte), muni d'un questionnaire établi par « la Section. Mais heureusement, cette solution a pu « être abandonnée et au mois d'août, un officier de « la Section de Géodésie, le lieutenant Tardi, a été « chargé de la reconnaissance.

« Il s'agissait d'étudier les ressources locales, no- « tamment celles de la ville et de la garnison de Corte, « les moyens d'accès à la Punta Artica (2.329 m.), les « possibilités d'installation d'une Station géodésique en « ce sommet, les circonstances atmosphériques, de re- « trouver si possible le signal de la triangulation de la « Corse (1863) et surtout de vérifier les cinq visibilités « nécessaires : Gorgona, Monte Capanne, Limbara, Punta « della Scomunica, Settepani.

« Or, sur la direction Artica-Settepani se trouve le « massif du Monte Cinto (sommet culminant de l'île, « 2.710 m.). Il était à craindre que les visibilités cor- « respondantes fussent impossibles. Une étude serrée, « faite avant son départ de Paris par le lieutenant « Tardi, d'après les azimuts et distances zénithales pro- « visoires calculées par le professeur Loperfido, les « distances des masques et des altitudes prises sur la « Carte au 80.000e, avait donné le résultat suivant : « Limbara est visible de Artica, mais Settepani doit « en être invisible.

(Il y a ici une inexactitude : Limbara n'est pas plus visible que Gorgona depuis la Punta Artica ; voir, à ce sujet, plus haut dans cette même note).

« Le lieutenant Tardi consacra neuf jours, du 28 « août au 5 septembre, à explorer le massif central de « l'île. Ayant d'abord fait l'ascension de Punta Artica, « il vérifia les résultats de son étude préalable, en cons- « tatant effectivement que Limbara est visible de Punta « Artica. Il gravit ensuite, sur la crête qui se détache « du Cinto vers le Nord-Est, le Capo al Berdato (2.586 m.) « dont l'ascension est pénible à cause d'éboulis à pente « forte et uniforme et le Capo Bianco (2.554 m.), mais « ses calculs et ses observations lui prouvèrent que « Limbara est invisible du premier et Settepani du second. « Il se décida alors à faire l'ascension du sommet cul- « minant de l'île, le Monte Cinto (2.710 m.), elle exigea, « par une voie inaccessible aux animaux six heures

« d'une escalade pendant laquelle il dut parfois s'aider « des mains.

« Le sommet même, dit le lieutenant TARDI, est « impropre à l'installation d'une baraque d'observation « et surtout de plusieurs projecteurs grand modèle qui « devraient être répartis aux alentours, tant à cause de « son étroitesse que de l'amas de rochers qui le constitue. (Il est à remarquer, ajoute avec juste raison « le colonel PERRIER dans une note que ce point n'a « jamais été stationné dans la triangulation de la Corse, « mais seulement intersecté.) « L'occupation du Cinto pour « une station importante, exigeant un matériel sérieux « et le séjour d'un détachement en ce point pendant des « semaines entières, constitueraient un vrai tour de force, « qui ne doit être tenté que si toute autre solution « est complètement impossible.

« D'ailleurs le Cinto, point culminant de la Corse, « est le seul point qui offre toutes les visibilités exigées « par le projet de 1922. En effet, un tel point ne peut « être recherché que dans le massif de ce sommet, « sinon le Cinto formerait écran dans la direction de « Settepani. La ligne de crête principale est sensiblement « orientée vers l'île Gorgona et l'île d'Elbe et les contre-« forts de la chaîne rendent très difficile l'obtention « de toutes les visibilités nécessaires, soit vers le Nord, « soit vers la Sud. De plus, si l'on se porte à l'Est « du point culminant vers le Capo al Berdato et le Capo « Bianco, la visée sur Limbara va ficher dans les pre-« miers contreforts du Monte Rotondo et du Monte « d'Oro.

« Il apparut donc au lieutenant TARDI que pour « réaliser la liaison entre la Sardaigne et la Ligurie, « tout projet basé sur l'utilisation d'un seul point en « Corse se heurte aux plus grandes difficultés. L'idée « lui vint naturellement de rechercher un rattachement « utilisant deux points en Corse. Il s'inspira quelque « peu, à cet effet, d'un projet de rattachement de la « Sardaigne par la Corse non plus à la Ligurie, mais à « la Toscane, déjà élaboré en 1888 par le colonel « italien DE STEFANIS.

« Dès cette date, l'attention avait été attirée sur le « point de Punta Artica, et c'est sans doute la raison « pour laquelle l'Institut Géographique militaire italien « a été conduit à le considérer récemment encore. Mais « si ce sommet a probablement toutes les visibilités né-« cessaires pour le rattachement autrefois envisagé vers « l'Est et le Nord-Est, il n'a pas vers le Nord-Ouest « les visibilités qui seraient nécessaires pour le projet « de 1922.

« Le lieutenant TARDI, après une étude approfondie « du terrain sur la carte, propose un projet de jonction « impliquant l'occupation de l'Incudine (2.136 m.), som-« met déjà considéré dans le projet de STEFANIS et du « San Pietro ou San Pedrone (1765). Ce sont deux « points de la chaîne de premier ordre qui parcourt la « Corse du Nord au Sud (triangulation de 1863). Le « premier est à une vingtaine de kilomètres au Nord-« Est de Corte, le second à une quarantaine de kilo-« mètres à l'Est d'Ajaccio. Les points italiens de Sco-« munica, Limbara, Capanne, Gorgona et Telegrafo « pourraient être conservés. Mais il faudrait substituer « à Settepani (1.386 m.) un point trigonométrique du « réseau iralien plus élevé, par exemple Monte Mongioje « (2.680 m. En effet, la ligne allant de San Pedrone « (1.765 m.) à Settepani (1.386 m.) passe presque exac-« tement par le Monte Asto, point de premier ordre « (1.533 m.) qui interdit absolument la visibilité.

« C'est une difficulté à laquelle, semble-t-il, on se « heurtera toujours pour remplacer la visée impossible « Artica-Settepani, quel que soit le point Nord choisi « en Corse, car pour que ce point ait des vues « dégagées vers le Nord-Ouest, il faut le choisir sur « le rebord Nord même du massif corse et, ayant « alors sûrement les vues dégagées vers Telegrafo et « Gorgona, il ne peut avoir que des vues très limitées « vers le Sud.

« La reconnaissance des deux points San Pedrone et « Incudine n'a pas pu être faite sur le terrain, mais « tous les renseignements possibles sur leurs moyens « d'accès et leurs visibilités ont été recueillis en Corse « même par le lieutenant TARDI et cet officier a calculé « les distances, azimuts et distances zénithales à prévoir. « Voici les résultats de son enquête et de ses calculs :

« *San Pedrone.* — On accède au San Pedrone :

« Soit par l'Ouest, de San Lorenzo, d'où l'on monte « aisément à cheval à quelques minutes du sommet;

« Soit par le Nord, de Morosaglia en trois heures « de mulet;

« Soit mieux encore par l'Est, de Piedicroce d'Orezza « en deux heures de mulet.

« Du San Pedrone, on voit Bastia (donc Gorgona qui « est dans la même direction), Capraia, l'île d'Elbe, « Montecristo. Vers le Nord-Est, on voit distinctement « l'extrémité de la Balagne (région de Calvi) et la mer « (vers Mongioje). Au Sud, la visibilité de l'Incudine, « indiquée par le Guide *Hachette*, est d'ailleurs entière-« ment vraisemblable d'après la carte.

« *Incudine.* — Cinq heures d'ascension à partir de « Zicavo, relié à Ajaccio par un service quotidien de « cars automobiles. Chemin muletier aménagé par le « Touring-Club. D'Aleria à l'Est jusqu'à Ajaccio à l'Ouest, « tout le Sud de l'île est en vue, ainsi que la Sardaigne. « Au Nord, vue sur San Pedrone, à l'Est et au Nord « sur Montecristo et l'île d'Elbe.

TABLEAU DES ÉLÉMENTS POUR SAN PEDRONE ET INCUDINE.

du San Pedrone, 1 765 m.

Directions visées	Distances en kilomètr.	Azimuts	Distances zénithales
	km	G	G
Gorgona	123.650	24,25	100,86
Monte Caparine	80.670	65,10	100,94
Monte-Cristo	80.400	95,25	101,59
Incudine	60.880	210,42	99,88
Monte Mongioje	233.770	364,64	100,79

de l'Incudine, 2.136 m.

Directions visées	Distances en kilomètr.	Azimuts	Distances zénithales
San Pedrone	60.880	9,53	100,66
Monte Capanne	129.510	41,54	101,07
Monte-Cristo	62.460	65,14	102,25
Limbara	110.720	202,01	109,93
Punta della Scomunica	113,480	247,89	100,46

« Ainsi le rattachement de la Sardaigne à la Ligurie « à travers la Corse peut être réalisé en occupant deux « stations en Corse, sous réserve qu'en Ligurie un point « plus élevé soit substitué au point de Settepani, pri-« primitivement prévu, et qu'on puisse en apercevoir « le massif du San Pedrone.

« Cette solution a évidemment les inconvénients :

« 1° D'exiger pour l'Institut Géographique italien une « station supplémentaire, Montecristo;

« 2° D'exiger pour le Service géographique français « deux stations au lieu d'une seule;

« 3° De substituer à un côté de 229 km., Artica-« Settepani, un côté de 234 km., San Pedrone-Mongioje;

« 4° D'augmenter le nombre des directions à viser.

« Mais, d'autre part, la nouvelle solution aurait l'avan-« tage remarquable de présenter, d'une manière générale, « des côtés sensiblement plus courts que la solution par « un point unique en Corse, donc des facilités d'ob-« servation très supérieures.

SOLUTION PAR ARTICA

(ou Cinto approximativement)

Artica-Settopani	229 km.
Artica-Gorgona	149 —
Artica-Capanné	113 —
Ariica-Limbara	158 —
Artica-Scomunica	141 —

Solution par San Pedrone et Incudine

San Pedrone-Monte Mongioje	234 km.
San Pedrone-Gorgona	124 —
San Pedrone-Capanné	81 —
Incudine-Limbara	110 —
Incudine-Scomunica	113 —

« Les trois autres côtés franco-italiens de la nouvelle « solution, San Pedrone-Montecristo, Incudine-Monte Ca- « pannè, Incudine-Montecristo, n'ont que 81 km., 130 km. « et 108 km. respectivement, ce qui permettrait, pour « certains angles, l'emploi de miroirs solaires aux lieu « et place de projecteurs de nuit. La durée des opérations « serait très vraisemblablement diminuée.

« Ainsi la reconnaissance de 1923 a permis déjà de « préciser le problème. Il semble que le stade suivant de « l'opération doit être l'étude et la reconnaissance par « l'Institut Géographique militaire italien d'un point à « substituer si possible à Settepani. »

Les opérations que j'ai exécutées en 1925 se sont trouvées placer toute cette documentation dans le domaine purement historique.

P. Helbronner,
Membre de l'Institut.

A la fin du texte du vœu proposé par la Commission et adopté par la Section (reproduit ci-dessus en italiques), le colonel Perrier faisait imprimer le renvoi suivant :

« Depuis l'époque de l'Assemblée générale de Madrid, « un géodésien français, M. Paul Helbronner, déjà « connu par une longue série de beaux travaux géo- « désiques dans les Alpes françaises et notamment par « une chaîne méridienne qui s'étend du Léman à la « Méditerranée, a réalisé, en 1925 la jonction de la « Corse au littoral de la France, par des moyens puis- « sants, dont le lieutenant Tardi ne pouvait un seul « instant envisager l'emploi. M. Helbronner a montré « ainsi ce que peut faire un simple particulier servi « par une foi et une volonté à toute épreuve.

« Il a stationné en Corse, aux trois sommets du « Monte Rotondo (2.625 m.), du Monte Cinto (2.710 m.) « et du Monte Stello (1.305 m.). Pendant trois mois des « détachements de 25 à 60 hommes ont créé des che- « mins d'accès, des camps intermédiaires, ainsi que des « refuges, des abris, des piliers en maçonnerie aux « sommets à occuper, transformant complètement ceux-ci, « lorsqu'il était nécessaire, par l'établissement de pla- « teformes artificielles. Bref, M. Helbronner, en sta- « tionnant douze jours au sommet du Cinto (18-29 août « 1925), a réalisé le tour de force dont parlait le lieu- « tenant Tardi. »

LE MATÉRIEL MOTEUR ET ROULANT DES GRANDS RÉSEAUX DE CHEMINS DE FER FRANÇAIS A L'EXPOSITION COLONIALE INTERNATIONALE

Les grands Réseaux de Chemins de fer français ont organisé, dans la Section Métropolitaine de l'Exposition Coloniale Internationale de Vincennes, une importante présentation de leur plus récent matériel moteur et roulant.

Le Commissariat Général de l'Exposition leur a réservé à cet effet un vaste hall, contigu au Palais des Groupes Industriels.

Nous avons résumé ici la documentation que les Ingénieurs en Chef du Matériel et de la Traction des grands Réseaux ont bien voulu fournir à la *Revue* à cette occasion.

Il nous a paru préférable de donner à la suite les renseignements concernant les locomotives, voitures et wagons d'un même Réseau, afin que le lecteur ait une vue d'ensemble de la participation de chacun d'eux à l'Exposition. Il reste néanmoins toujours facile de faire, si on le désire, une comparaison technique entre les locomotives ou les voitures de même type des différents Réseaux.

L'ordre, que nous avons suivi ici pour l'énumération des Réseaux, n'a été déterminé que par la facilité de la mise en pages.

Enfin nous signalons que les illustrations de cet article sont la reproduction de photographies ou de dessins d'origine différente, faits à diverses échelles et n'ayant pas, de plus, subi toujours la même réduction. Il ne convient donc de comparer deux machines, par exemple, au point de vue dimensions, qu'après avoir tenu compte de ces circonstances, à l'aide des renseignements numériques donnés pour chacune d'elles.

Réseau du P.-L.-M.

La Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. expose :

1° La maquette au 1/10 d'une locomotive type Moutain pour trains rapides;

2° une locomotive-tender type 2-4-2-BT à distribution par soupapes;

3° une voiture avec compartiments de première classe transformables en couchettes A^5c^5yfi;

une voiture avec lits-salons et compartiments à couchettes $A^3c^2L^3g^3yfi$;

une voiture avec compartiments de luxe L^2S^6yfi;

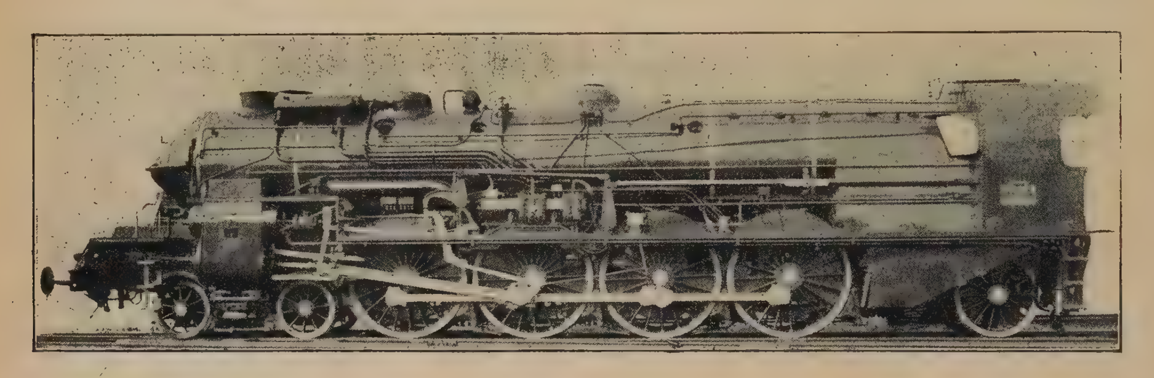


Fig. 1. — Locomotive type Moutain (2-4-1) du P.-L.-M.

4° des cadres à panneaux démontables pour le transport des primeurs;

5° la maquette au 1/10 d'une installation de manutention mécanique des combustibles et des scories.

1° **Locomotive type Moutain (2-4-1) pour trains rapides.** — La locomotive Moutain dont une maquette au 1/10 est exposée par le Réseau du P.-L.-M., appartient à la dernière série[1]; 2-4-1-C, dont la première unité a été mise en service au début de l'année 1931.

Cette locomotive a été étudiée spécialement pour la remorque des trains lourds à grande vitesse.

Timbrée à 20 hectopièzes, elle est compound et à surchauffe; le diamètre au roulement de ses roues motrices est de 2 mètres.

1, La première locomotive du type 2-4-1 fut mise en service au début de 1925. Elle appartenait à la série 241-A, timbrée à 16 hpz, à roues de 1 m. 790.

Le foyer, du type large, est en cuivre, à l'exception de sa plaque tubulaire qui est en acier ; il se prolonge vers l'avant par une « chambre de combustion » qui assure une meilleure combustion des gaz avant leur entrée dans le faisceau tubulaire.

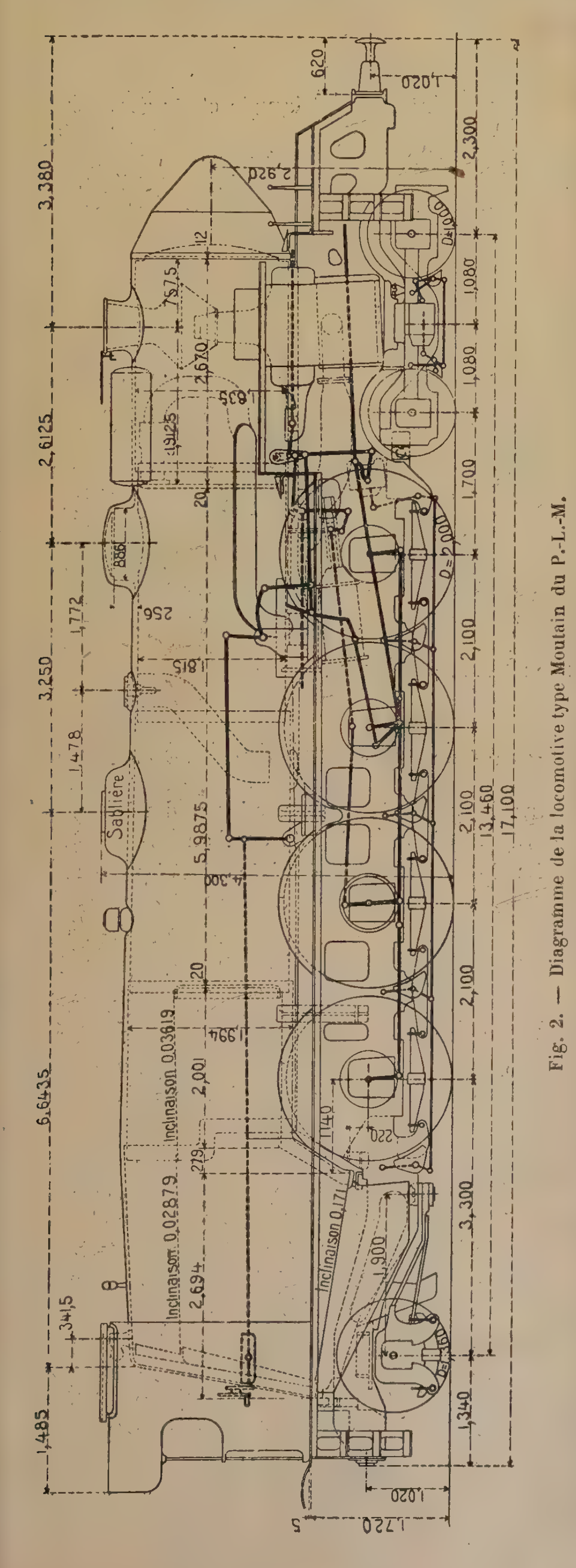


Fig. 2. — Diagramme de la locomotive type Moutain du P.-L.-M.

Le corps cylindrique est formé de trois viroles. La virole arrière, enveloppant la chambre de combustion, est en acier ordinaire. Les deux viroles milieu et avant sont en acier spécial, contenant 3 % de nickel.

Le surchauffeur est du type Schmidt.

L'alimentation de la chaudière est assurée par un injecteur en charge, du type unifié des Chemins de fer français, et par une pompe avec réchauffeur d'eau d'alimentation type A.C.F.I.

Les deux cylindres H.P. sont intérieurs, et les deux cylindres B.P. extérieurs ; les tiroirs de distribution sont cylindriques.

Le mécanisme de commande des tiroirs est du type habituel au Réseau P.-L.-M. ; il permet de n'avoir, pour les deux mouvements H.P. et B.P. qu'un seul arbre de relevage, commandé par un changement de marche à vis.

Le réglage de la distribution est tel qu'à une admission de 50 % aux cylindres H.P., correspond une admission de 66 % aux cylindres B.P.

Le troisième essieu moteur, commandé par les cylindres H.P. intérieurs, est coudé ; son axe est composé de trois morceaux dont les deux extrêmes sont en acier au nickel-chrome. Les manivelles des coudes sont munies de contrepoids, réalisant l'équilibrage des masses intérieures à mouvement circulaire.

Le dispositif d'échappement est du type P.-L.-M. à trèfle réglable, donnant trois jets de vapeur séparés, de section variable.

Les tiroirs et les cylindres sont graissés sous pression par un graisseur mécanique.

La locomotive porte tous les organes du frein à air comprimé, automatique et modérable, du système Westinghouse-Henry. Tous les essieux, à l'exception du bissel arrière, sont freinés à 66 % de leur poids sur rails.

La locomotive est éclairée électriquement par le courant d'une turbo-dynamo de 0,500 k.w.

Le poids de la machine, en situation moyenne de marche, est de : 124.500 kg.

Son effort moyen théorique est d'environ 20.000 kg.

2° **Locomotive-tender série 2-4-2-B.T.** — Les locomotives du type 2-4-2 ont été étudiées spécialement pour le service des trains de banlieue. Les premières locomotives de ce type, désignées 2-4-2-AT, ont été mises en service, au cours de la période 1926-1928.

Les machines 2-4-2-BT, dont un exemplaire figure à l'Exposition, diffèrent de cette première série,

par une distribution utilisant des soupapes au lieu de tiroirs pour assurer l'arrivée de la vapeur dans les cylindres, et son échappement.

Le mode de distribution par soupapes offre le grand avantage de permettre d'ouvrir brusquement à la vapeur de larges sections d'arrivée ou de départ.

Les phénomènes de laminage, inhérents au fonctionnement des tiroirs, sont donc considérablement réduits. Le rendement de l'appareil moteur s'en trouve nettement amélioré. En outre, le démarrage est beaucoup plus rapide, ce qui est d'un très grand intérêt pour des locomotives de banlieue, astreintes à des arrêts nombreux.

Timbrée à 16 hpz, la locomotive 242-BT est compound et à surchauffe; le diamètre de ses roues motrices est de 1 m. 650.

Le foyer est en cuivre, à l'exception de sa plaque tubulaire qui est en acier.

Le corps cylindrique est formé de deux viroles.

Le surchauffeur est du type Schmidt.

L'alimentation de la chaudière est assurée par deux injecteurs en charge, du type unifié.

Les deux cylindres H.P. sont extérieurs et les deux cylindres B.P. intérieurs.

La locomotive est munie d'une distribution Dabeg à cames oscillantes; cette distribution comprend une soupape d'admission et une soupape d'échappement pour chacune des faces d'un piston, soit quatre soupapes par cylindre.

Elle est réglée de façon qu'à une admission de 50 % aux cylindres H.P. corresponde une admission de 70 % aux cylindres B.P.

Le dispositif d'échappement est du type P.-L.-M. à trèfle réglable.

Les cylindres et les pièces du mouvement de distribution contenues dans ceux-ci sont graissés sous pression par un graisseur mécanique.

La machine porte tous les organes du frein à air comprimé, automatique et modérable. Tous les essieux sont freinés à environ 66 % de leur poids sur rails.

La locomotive, devant assurer la traction des trains sans être tournée à la fin de chaque parcours, a été disposée de façon que, quel que soit son sens de marche, le mécanicien puisse toujours observer commodément la voie et les signaux, tout en ayant à sa portée les organes de conduite. A cet effet, elle a été munie de deux postes distincts de manœuvre des appareils, utilisés l'un pour la marche cheminée en avant, l'autre pour la marche cheminée en arrière.

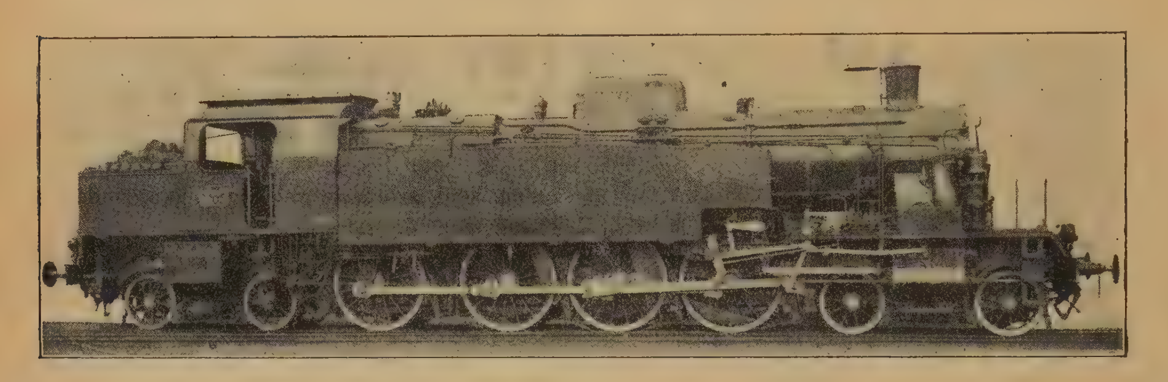


Fig. 3. — Locomotive-tender type 2-4-2 B. T., du P.-L.-M.

Deux caisses à eau, placées de chaque côté de la chaudière, ont une capacité totale de 12.000 litres; la soute à charbon, placée derrière l'abri, peut contenir 5.000 kg. de charbon.

La locomotive est éclairée électriquement.

Son poids, en situation moyenne de marche, est de 116.800 kg.

Son effort moyen théorique est d'environ 16.500 kg.

3° **Voitures.** — Les trois voitures exposées par le Réseau du P.-L.-M. présentent un certain nombre de dispositions analogues et diffèrent surtout par leurs aménagements intérieurs.

Elles sont constituées par une caisse à charpente métallique, montée sur deux bogies à châssis monobloc, à deux essieux.

Chaque bogie est constitué par un châssis très rigide en acier moulé, d'une seule pièce. Il est monté sur des boîtes à rouleaux du type S.K.F. (sauf les bogies de la voiture A^5c^5yfi, provisoirement munis de boîtes à huile du type ordinaire).

La flexibilité totale de la suspension des bogies est répartie par moitié environ entre les ressorts à pincettes et les ressorts en hélice des balanciers.

La charpente de caisse est métallique; les parois extérieures et le pavillon sont en tôle d'acier au cuivre.

Le plancher est constitué par des tôles ondulées, en acier au cuivre galvanisé, recouvertes d'un ciment magnésien; il supprime ainsi tout risque d'incendie du fait des étincelles projetées par les sabots, lors des freinages prolongés.

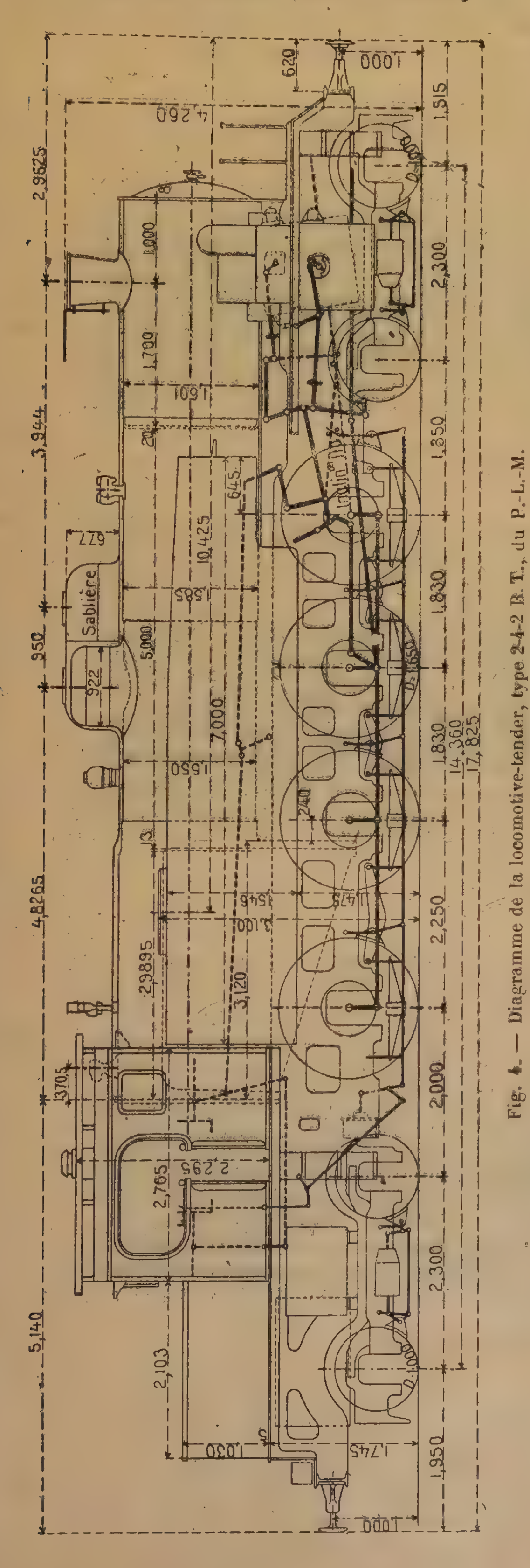


Fig. 4. — Diagramme de la locomotive-tender, type 2-4-2 B. T., du P.-L.-M.

Tous les compartiments prennent jour à l'extérieur par de grandes baies munies de châssis de glaces métalliques équilibrés.

Ces trois voitures sont munies du frein à air comprimé automatique et modérable, combiné avec un frein à vis manœuvrable de l'une des plates-formes et agissant sur toutes les roues; du chauffage par la vapeur; de l'éclairage électrique; de l'intercommunication pneumatique avec sifflet; enfin, de soufflets d'intercirculation du type « International ».

Le tableau suivant contient quelques-unes de leurs caractéristiques numériques.

VOITURE	A^5c^5yfl	$A^3c^2L^3g^3yfl$	L^2S^6yfl
Distance d'axe en axe { des essieux d'un bogie.	2m,500	3m,000	3m,000
Distance d'axe en axe { des bogies.	14m,570	14m,980	13m,980
Longueur hors tampons.	22m,450	21m,900	20m,840
Longueur de la caisse	21m,164	20m,643	19m,583
Largr maxima de la caisse.	2m,968	2m,941	2m,964
Poids total	45.820 kg	51.400 kg	48.790 kg
Nombre total de places de voyageurs { de jour	20	24	10
Nombre total de places de voyageurs { de nuit	20	20	10

Les aménagements intérieurs de ces trois voitures sont très sommairement décrits ci-dessous.

A) La voiture A^5c^5yfi comprend [1] :

cinq groupes de deux compartiments jumeaux, reliés entre eux par une porte coulissante, ménagée dans la cloison de séparation;

deux cabinets de toilettes w.-c., un à chaque extrémité de la voiture;

un local pour le service à une des extrémités.

Les compartiments ouvrent sur un grand couloir latéral qui relie les deux plates-formes.

Chaque compartiment offre deux places de jour et est muni d'un meuble toilette avec eau chaude et froide; en position de nuit, il comporte deux places de couchette.

Les dimensions des compartiments sont de : 1 m. 600 dans le sens longitudinal de la voiture et 2 m. 009 dans le sens transversal.

Le garnissage des sièges est en drap gris.

L'ébénisterie est en acajou avec panneaux en érable sycomore gris, décorés de marqueterie et d'incrustations.

Outre l'éclairage général constitué par un lustre à deux lampes de 25 bougies, il existe à la tête

1. On trouvera la description détaillée de cette voiture dans un article de M. Tête, *R. G. des Chemins de fer*, nº de mai 1931.

de chaque couchette une lampe liseuse de 16 bougies.

B) La voiture A³c²L³g³yfi comprend :

trois compartiments de lits-salon à deux lits, avec cabinets de toilette et w.-c. ;

Les sièges des compartiments des lits-salon sont séparés par un meuble en acajou; leurs dossiers, en se rabattant horizontalement, mettent la nuit à la disposition des voyageurs deux lits avec draps, oreillers, et couvertures en laine.



Fig. 5. — Voiture A⁵c⁵yfi, du P.-L.-M.



Fig. 6. — Voiture A³c²L³g³yfi, du P.-L.-M.



Fig. 7. — Voiture L²S⁶yfi, du P.-L.-M.

deux compartiments à couchettes et un compartiment de première classe, à l'ensemble desquels est affecté un cabinet de toilette avec w.-c. ;

un local de service à une extrémité de la voiture.

Les compartiments ouvrent sur un grand couloir latéral qui relie les deux plates-formes.

Ces deux lits peuvent être séparés par un grand rideau, tendu au milieu du compartiment.

L'éclairage général est assuré par 4 lampes de 25 bougies. Il existe, en outre, à la tête de chaque lit, une lampe liseuse de 16 bougies.

Deux des compartiments de lits-salon peuvent

communiquer par un petit couloir adjacent au grand couloir de la voiture.

Les compartiments à couchettes peuvent recevoir, le jour, 6 voyageurs assis; la nuit, 4 voyageurs couchés.

Le garnissage est en drap gris noisette.

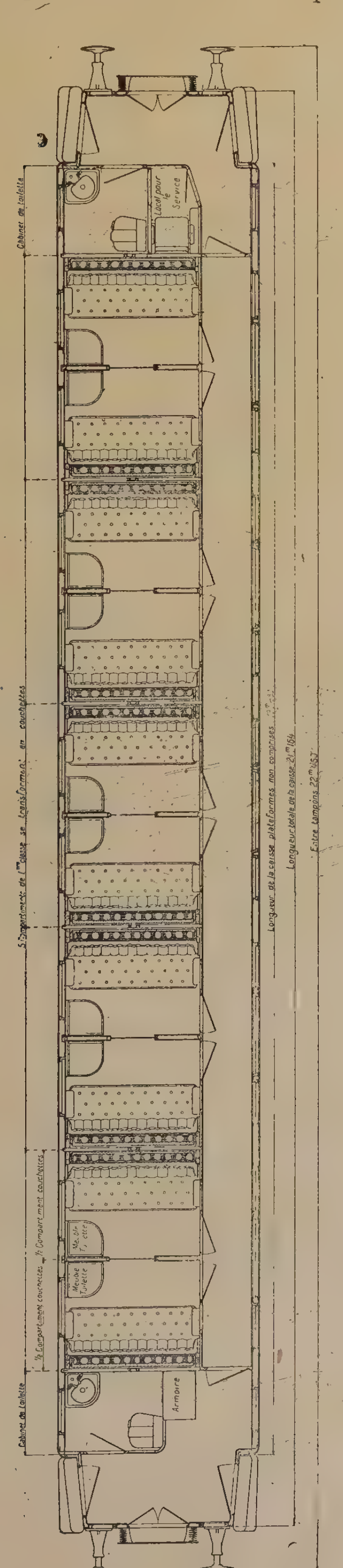




Fig. 8. — Plan de la voiture A^5c^5yfi, du **P.-L.-M.**

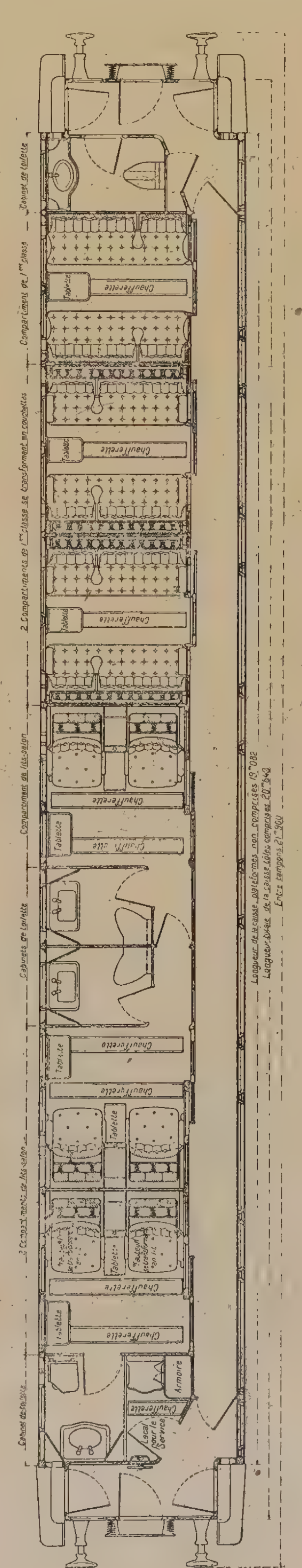


Fig. 9. — Plan de la voiture $A^3c^3L^3gyfi$, du **P.-L.-M.**

L'ébénisterie des cloisons est en loupe de frêne, encadrée d'acajou.

C) La voiture L^2S^6yfi comprend :

deux compartiments de lits-salon à deux lits, avec cabinets de toilette et w.-c. ;

six compartiments « single » avec canapé-lit, réunis deux à deux par un petit couloir intérieur placé entre le grand couloir latéral et un cabinet de toilette avec w.-c., commun aux deux compartiments jumeaux ;

un local de service à une extrémité de la voiture.

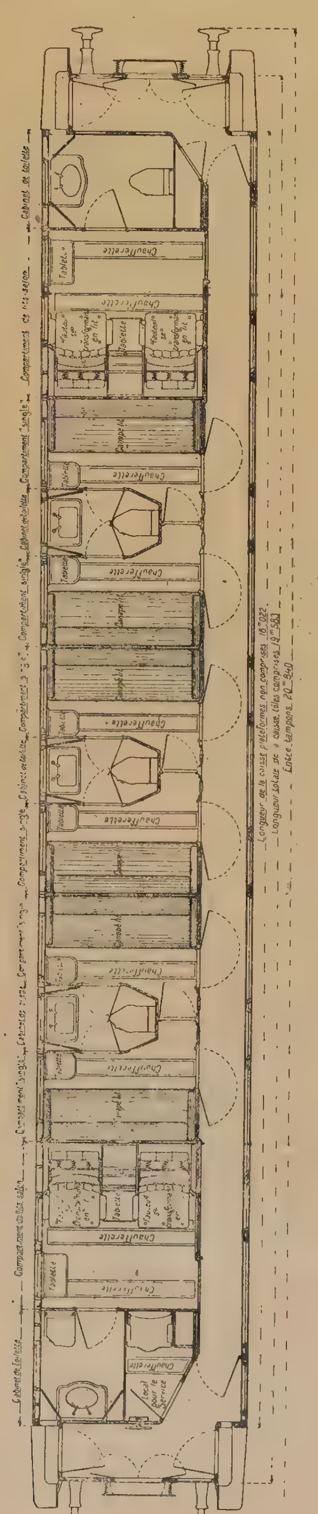


Fig. 10. — Plan de la voiture L^2S^6yfi, du P.-L.-M.

L'ébénisterie de ces compartiments est en acajou, avec panneaux en acajou chenillé et filets de citronnier.

Les compartiments de lits-salon ont été décrits dans le paragraphe ci-dessus.

Chaque compartiment « single » comporte un canapé, qui se transforme par retournement en lit avec draps, oreillers, et couvertures en laine.

L'éclairage comprend deux lampes et deux appliques de 25 bougies.

Les sièges et canapés sont garnis en drap marron clair.

4° **Cadres à panneaux démontables pour transport de primeurs.** — Pour faciliter le transport des primeurs, fruits, légumes, etc., entre l'Algérie et Paris, la Compagnie P.-L.-M. a fait construire un certain nombre de cadres à panneaux démontables, avec crochets permettant les manutentions à la grue. Les transbordements sont ainsi réduits au minimum, le cadre passant du quai au bateau et du bateau au wagon porteur par des moyens mécaniques.

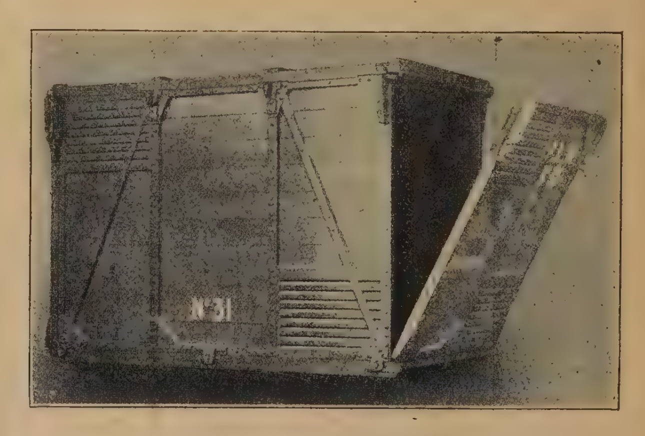


Fig. 11. — Cadre à panneaux démontables, du P.-L.M.

Les caractéristiques de ces cadres sont les suivantes :

Dimensions d'encombrement extérieur	Longueur	2m.282
	Largeur	1m.228
	Hauteur	1m.554
Dimensions intérieures	Longueur	2m.100
	Largeur	1m.000
	Hauteur	1m.400
Volume intérieur	3m^3 environ	
Poids à vide	430 kg.	

Chacun de ces cadres, à parois pleines et à toiture doublée en tôle, forme une caisse complète

conditionnée de telle sorte que ses six panneaux puissent être démontés facilement dès qu'on n'en fait plus usage ; on réduit ainsi beaucoup l'encombrement pour le transport à vide ou le stockage.

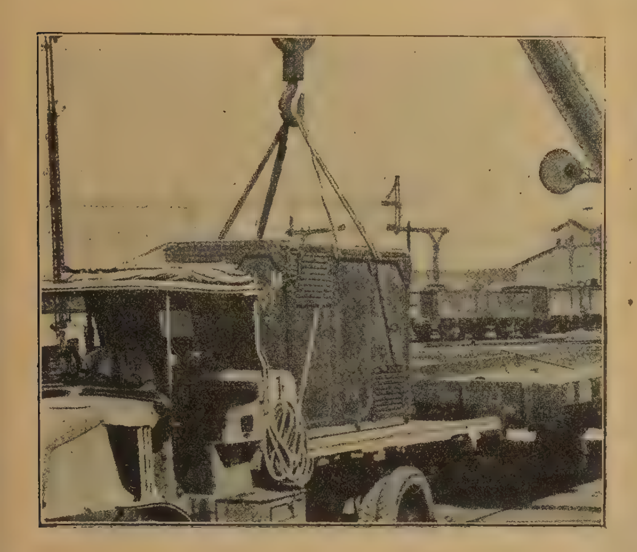


Fig. 12. — Déchargement d'un cadre P.-L.-M.

Deux persiennes ménagées sur chacune des parois verticales assurent la ventilation intérieure.

Les quatre verrous de fermeture du cadre sont établis de façon à permettre d'ouvrir ce dernier, soit par un panneau de bout, soit par le panneau supérieur, tout en maintenant les cinq autres panneaux assemblés ; on peut, en outre, réaliser la fermeture par plombs ou par cadenas de douane.

Le transport de ces cadres est assuré par des wagons plats spécialement aménagés à cet effet et qui ont reçu l'équipement du frein à air comprimé et la conduite de chauffage par la vapeur. Ces wagons peuvent porter chacun six cadres.

5° **Installation de manutention mécanique des combustibles et des scories.** — La Compagnie P.-L.-M. a installé, au dépôt de Nevers, divers appareils de manutention à commande électrique pour décharger les charbons de toute nature arrivant sur wagons, pour charger sur les tenders le charbon nécessaire aux locomotives, et pour charger sur wagons les scories que les locomotives déposent dans des fosses pleines d'eau avant de rentrer au dépôt.

Dans l'étude de l'appareillage, on a cherché avant tout à réduire au minimum la main-d'œuvre nécessaire aux opérations.

L'installation comporte :

1° une grue pour la manutention du charbon et des scories ;

2° un crible à secousses pour séparer le poussier ;

3° quatre trémies de distribution, formant réserve de combustible prêt à être chargé sur les tenders et permettant le contrôle des poids délivrés ;

4° des cabestans électriques avec poupées de renvoi et une grue à vapeur à benne preneuse.

La grue utilisée pour la manutention du charbon et des scories est une grue roulante et tournante à portée variable de 7 mètres à 12 m. 50 et à benne preneuse ouvrant à toute hauteur.



Fig. 13. — Installation de manutention mécanique des combustibles et des scories. Dépôt de Nevers du P.-L.-M.

Dans les conditions normales, la grue permet de manutentionner 35 tonnes de combustible à l'heure ; du wagon au tas, du tas dans une trémie de distribution, ou directement du wagon dans une trémie.

Le crible est susceptible de traiter 35 tonnes à l'heure de charbon « tout-venant ».

L'ensemble de l'installation mécanique permet d'assurer, avec un personnel très peu nombreux et toute la régularité désirable, le service d'un dépôt comptant 200 machines à son effectif.

Réseau du P.-O.

Le matériel roulant, exposé par le Réseau du P.-O., comprend :

1° Une voiture de deuxième classe, à bogies, à intercirculation, type B⁹yfi, ventilée à l'aide d'air rafraîchi par léchage de bacs à glace ;



Fig. 14. — Voiture de 2e classe réfrigérée, du P.-O.

2° Un wagon isotherme type Fau, à deux essieux, spécialement aménagé pour le transport de la marée ;

3° Diverses maquettes représentant à l'échelle du 1/10 les principaux types de locomotives et de voitures qui ont été ou sont en service dans le Réseau.

1° **Voiture de deuxième classe, type B⁹yfi, rafraîchie.** — Le confort des occupants d'un local est influencé par divers facteurs propres à l'atmosphère de ce local :

a) les facteurs thermiques : température, humidité relative, et vitesse de l'air par rapport aux occupants ;

b) les facteurs de qualité de l'air : composition chimique, et en particulier teneur en anhydride carbonique et en oxygène ; teneur en poussières, en bactéries, en toxines ; odeurs, etc. ;

c) les facteurs dont l'influence est moins connue : état électrique de l'air, pression atmosphérique, etc.

D'après des expériences américaines très complètes, il semble acquis que les facteurs thermiques ont une action primordiale et immédiate sur le confort ; l'influence des facteurs de qualité, notamment celle de la teneur en gaz carbonique serait beaucoup moins grande. Il est toutefois désirable naturellement de donner à respirer aux occupants un air pur de composition normale ; le faible cube d'air des compartiments rend particulièrement indiquée une ventilation abondante.

Le dispositif adopté par la Compagnie d'Orléans consiste en un réfrigérant à glace, où l'air est aspiré par un ventilateur qui le refoule ensuite dans une conduite de distribution, le répartissant dans les compartiments, au moyen de diffuseurs, pourvus de filtres de grande surface.

Le couloir n'est pas refroidi, pour ménager une transition entre l'extérieur et les compartiments.

Pour protéger la toiture contre le rayonnement solaire, on l'a recouverte d'une série de lattes non jointives, peintes en blanc, et disposées à quelques centimètres au-dessus du pavillon. A lui seul, ce dispositif présente déjà une certaine efficacité et diminue de 1° à 2° la température intérieure.

Au cours d'essais effectués avec une température extérieure de 32°, on a constaté que l'air frais arrivant dans les compartiments est à une température inférieure d'environ 10° à la température extérieure, et qu'en régime permanent, dans la zone occupée par les voyageurs, la température est inférieure de 5° à 6° à celle de l'extérieur. On n'ignore pas qu'au contraire dans un compartiment

ordinaire, la température est toujours supérieure à celle de l'extérieur, même avec toutes les fenêtres ouvertes.



Fig. 15. — Voiture réfrigérée P.-O. Ensemble des bacs à glace et groupe turbo-ventilateur.

On a reconnu que dans la voiture rafraîchie, les meilleures conditions de ventilation et de réfrigération étaient obtenues avec toutes les fenêtres fermées et les lanterneaux ouverts, cette dernière disposition favorisant l'échappement de l'air vicié.

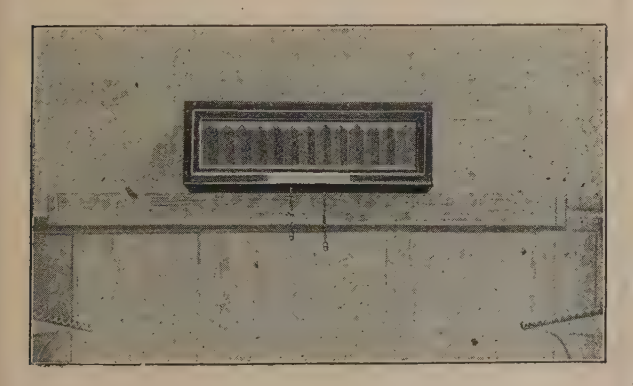


Fig. 16. — Voiture réfrigérée P.-O. Diffuseur placé dans les compartiments, au-dessus de la porte.

On trouvera sur la question des renseignements détaillés dans un intéressant article[1] de M. Wallet, Chef de la Section des Recherches et Améliorations de la Cie d'Orléans, auquel nous avons emprunté les indications résumées ci-dessus.

2° **Wagon isotherme type Fau.** — Dans ce véhicule destiné au transport de la marée, la constance de la température est assurée par les doubles parois en bois de la caisse, qui sont séparées par une couche d'une matière isolante au point de vue thermique, telle que du liège.

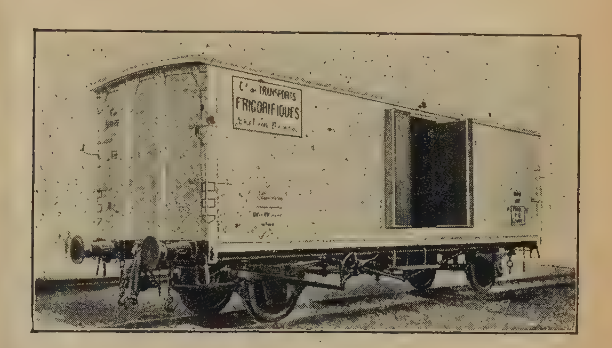


Fig. 17. — Wagon isotherme type Fau, du P.-O.

3° **Maquettes.** — Le Réseau du P.-O. expose diverses maquettes, exécutées à l'échelle du 1/10 avec une précision et un souci des détails qui font le plus grand honneur à ses ateliers.

A) *Locomotives.* — Par ordre d'ancienneté, on trouve d'abord la machine n° 32 à 6 roues indépendantes, à simple expansion, sans surchauffe, mise en service en 1854. Timbrée à 7,5 kg-cm², sa puissance maxima était de 400 CV; l'effort de traction correspondant était de 3.600 kg.; pesant en ordre de marche 26.300 kg., cette locomotive remorqua jusque vers 1867 des trains express de 185 tonnes à la vitesse commerciale de 40 km.-h.

Avec la machine n° 448 du type 1-2-1, mise en service en 1879, apparaît le principe de l'accouplement. Cette locomotive, timbrée à 10 kg-cm², était à simple expansion, sans surchauffe; elle pesait 44.500 kg.; sa puissance maxima était de 600 CV, et l'effort de traction correspondant de 7.000 kg. Elle remorqua jusque vers 1900, des trains express de 224 tonnes à la vitesse commerciale de 75 km.-h.

La locomotive n° 20, du type 2-2-0, mise en service en 1899, est compound à 4 cylindres, sans surchauffe. Timbrée à 15 kg.-cm², elle pesait 55.000 kg., et développait une puissance maxima de 1.025 CV; l'effort de traction correspondant était de 11.185 kg. Elle remorqua jusque vers 1906 des trains express de 280 tonnes à la vitesse commerciale de 80 km.-h.

1. *Le Génie Civil*, n° du 4 janvier 1930, p. 9.

La locomotive type Pacific n° 3500 est actuellement en service depuis 1909; elle est timbrée à 16 kg.-cm² et pèse 91.550 kg. Sa puissance maxima est de 2.000 CV, et l'effort de traction correspondant de 16.730 kg. Elle remorque des trains rapides de 550 tonnes à la vitesse de 100 km.-h.

On sait qu'une machine de cette série, la locomotive n° 3566, récemment modifiée en divers détails, a accompli des performances remarquables sur le parcours Paris-Bordeaux; développant une puissance de 3.000 CV, cette machine peut remorquer un train de 600 tonnes à la vitesse de 120 km.-h.

B) *Voitures.* — La voiture de première classe à 2 essieux, mise en service en 1848, rappelle d'assez près la forme des anciennes diligences; elle présente deux compartiments et un coupé, au total vingt places assises.

Le modèle suivant, mis en service en 1852, comporte deux compartiments et deux coupés, donnant vingt-quatre places assises; il est éclairé par des lampes à huile.

En 1899, on met en service une voiture avec châssis en acier, comprenant cinq compartiments, dont un de trois lits-toilette, un w.-c., et à chaque extrémité une guérite fermée; ce véhicule possède un couloir intérieur partiel; il est muni de l'éclairage à l'huile, du chauffage à la vapeur, du frein automatique et de l'intercommunication électrique et pneumatique.

La maquette suivante est exécutée à l'échelle du 1/5 : c'est la reproduction d'une voiture-salon construite en 1922 pour les Chemins de fer du Maroc, sous la direction de la Compagnie d'Orléans, et destinée au Résident général de France au Maroc; elle comporte une terrasse, un salon, un cabinet de travail, un coupé type première classe, une cuisine et deux w.-c.

Enfin la dernière maquette représente une voiture à bogies et à intercirculation, comprenant deux compartiments de première classe, un salon de dames, et un vaste fumoir; son aménagement intérieur à été confié à deux maîtres de la décoration moderne, et elle a figuré en 1925 à l'Exposition Internationale des Arts Décoratifs.

Cette voiture, incorporée dans les rapides de jour de la ligne de Paris à Bordeaux, est accessible sans supplément de prix, aux voyageurs de première classe.

Réseau du Midi

La Compagnie des Chemins de fer du Midi expose :

1° Une locomotive électrique, du type BB, à marchandises;

2° Une voiture métallique à bogies, à intercirculation, de première classe, type A⁸yfi.

1° **Locomotives BB à courant continu 1.500 volts.** — Au rapport d'engrenages près, ces nouvelles locomotives, à deux bogies moteurs, sont identiques pour le service des voyageurs et celui des marchandises.

Le tableau ci-dessous résume leurs caractéristiques principales :

Longueur totale hors tampons		12 m. 870
Longueur de la caisse		11 m. 740
Largeur de la caisse		2 m. 940
Empattement total		8 m. 950
Empattement de chaque bogie		2 m. 950
Distance d'axe en axe des bogies		6 m. 000
Diamètre des roues		1 m. 400
Poids par essieu		19.000 kg.
Poids total (entièrement adhérent)		76.000 kg.
Puissance continue		1.600 CV
Puissance unihoraire		1.800 CV
Rapport d'engrenages	Voyageurs	3,470
	Marchandises	4,875
Vitesse maxima	Voyageurs	95 km.-h.
	Marchandises	75 km.-h.

Chaque essieu est entraîné par un moteur; l'essieu porte deux engrenages fixés directement sur le centre de chaque roue, et attaqués par deux pignons placés de part et d'autre du moteur de traction.

Des dispositions particulières ont été prises pour forcer la caisse à osciller autour d'un axe longitudinal aussi bas que possible. La machine possède deux suspensions : une suspension verticale, constituée par les ressorts normaux des essieux, et une suspension latérale constituée par des ressorts équilibreurs, absorbant les chocs latéraux dus aux mouvements de lacet des bogies et aux entrées en courbe.

En outre, l'attelage des bogies a été conçu de telle sorte que les mouvements de lacet sont considérablement atténués.

La caisse, entièrement métallique, fait corps avec le châssis; la partie centrale du plafond, constituée par un lanterneau, est amovible pour permettre l'introduction dans la caisse, des groupes moteurs ventilateurs, des groupes moteurs compresseurs, et de tout l'appareillage.

La caisse comprend trois compartiments : deux cabines de conduite contenant les appareils de commande et de mesure; et un compartiment central contenant l'appareillage électrique, les résistances de démarrage et de freinage, les deux groupes moteurs ventilateurs et compresseurs.

Outre les appareils de coupure normale, l'appareillage comprend un disjoncteur ultra-rapide, capable de couper la somme des intensités maxima débitées; il fonctionne en cas de surcharge sur un circuit quelconque à 1.500 volts de la locomotive.

Les moteurs sont alimentés directement sous

1.500 volts; ils possèdent 4 pôles principaux et 4 pôles auxiliaires; leur isolement est prévu pour 6.000 volts; leur ventilation est assurée au moyen de 2 groupes ventilateurs qui débitent dans chaque moteur 80 m³ d'air par minute.

Les moteurs pèsent 4 t. chacun, et fournissent chacun 400 CV de puissance continue.

Ce type de locomotive, qui peut être considéré comme standard, assure sur toutes les lignes, y compris des lignes de montagne où les rampes atteignent jusqu'à 42 ‰, le service des trains de toute nature : express, omnibus, marchandises.

2° **Voiture métallique de première classe type A⁸yfi.** — La voiture exposée fait partie d'un

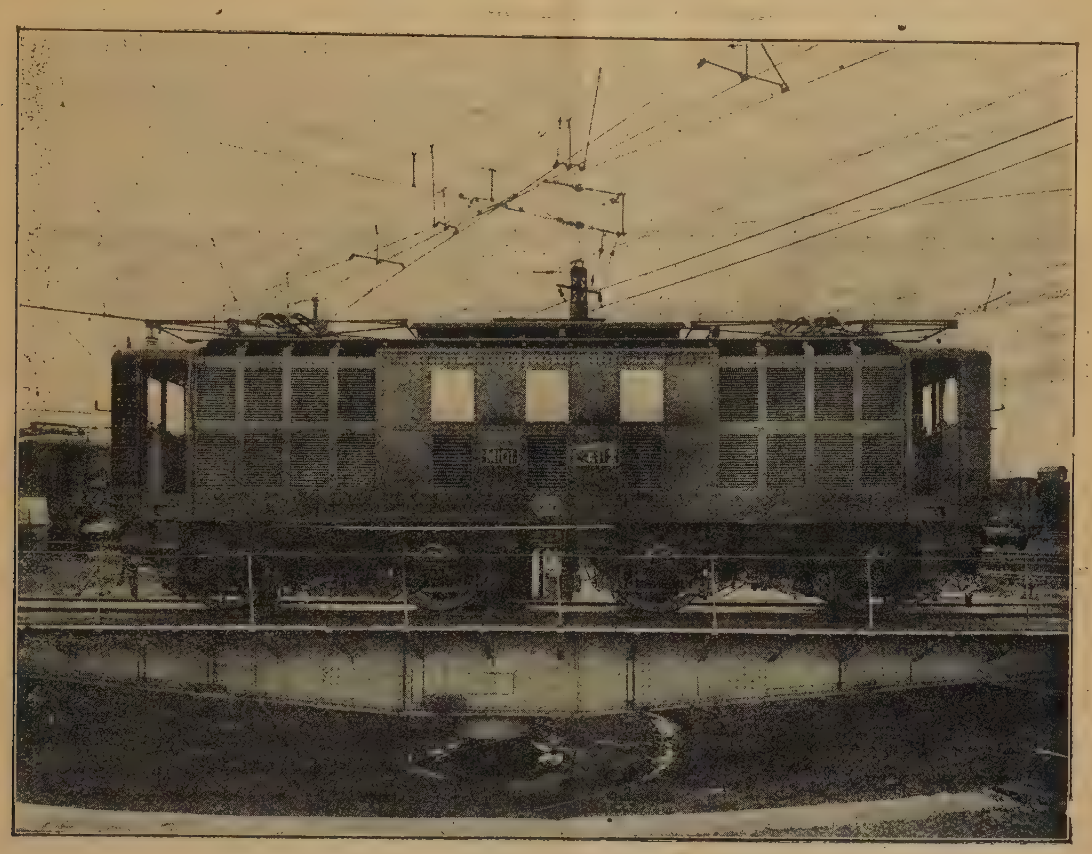


Fig. 18. — Locomotive électrique du Midi du type BB.

Le courant est capté sur la ligne caténaire au moyen de deux pantographes, levés au moyen de ressorts, et abaissés à l'air comprimé. Cette disposition permet, par un choix judicieux des dimensions des cylindres à air de manœuvre, d'obtenir un abaissement franc du pantographe, même aux grandes vitesses, résultat qu'on ne peut atteindre si la descente se fait par gravité.

Les dispositifs de freinage comportent :

un frein automatique Westinghouse à action rapide, et un frein modérable;

un frein électrique rhéostatique;

un frein à vis.

Les sablières sont commandées par un moteur à air comprimé.

L'air nécessaire au freinage, au fonctionnement de l'équipement électropneumatique, des sifflets, et des sablières est fourni par deux groupes moteurs compresseurs.

lot de 20 voitures de première classe, construites en 1930; elle possède les caractéristiques principales suivantes :

Nombre de bogies à deux essieux		2
Distance d'axe en axe	des essieux d'un bogie	2 m. 500
	des bogies	15 m. 490
Nombre de compartiments à 6 places		8
Dimensions d'un compartiment	longueur	2 m. 150
	largeur	1 m. 990
Longueur de la caisse		22 m. 080
Longueur hors tampons		23 m. 370
Poids		47 t. 200
Poids mort par voyageur		983 kg.

Cette voiture est munie de l'équipement de frein Westinghouse automatique rapide et du frein modérable; de l'éclairage électrique Vickers; et du chauffage par la vapeur, système Westinghouse thermostatique.

La décoration intérieure de la voiture a été réalisée avec le plus grand soin; elle comporte notam-

ment des panneaux d'érable gris, rehaussés de marquetterie et encadrés d'acajou; des appliques judicieusement placées assurent un éclairage satisfaisant de chaque place.

Les voitures métalliques sont en service sur les grandes artères, c'est-à-dire entre Bordeaux et Marseille, ainsi qu'entre Paris et les Pyrénées.

La Compagnie du Midi poursuit actuellement la réalisation d'un programme complet de réfection de son matériel, programme qui sera terminé en 1932. A cette époque, elle aura en service plus de trois cents voitures métalliques de toutes classes[1].

(A suivre.)

1. Par une heureuse innovation, adoptée aussi par d'autres réseaux, l'accès des voyageurs à la voiture de la classe désirée est facilité, sur le Midi, par des lanternes lumineuses indiquant les classes et placées au-dessus des portes.

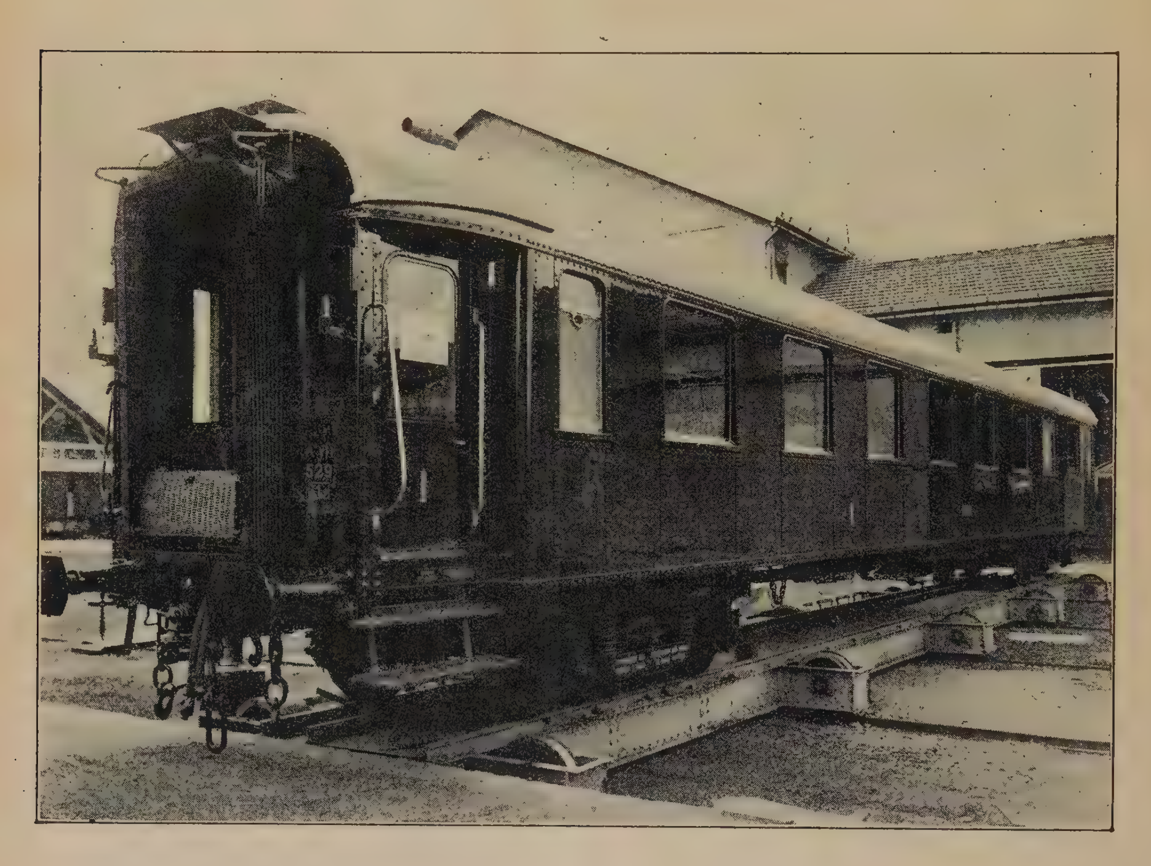


Fig. 19. — Voiture métallique de 1re classe du Midi.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Annales de l'Institut Poincaré. — *Volume I, 3e fascicule de* 103 *pages, Les Presses Universitaires de France* (*Paris*).

Ce troisième fascicule des Annales de l'Institut Henri Poincaré renferme trois conférences de M. Born, et deux autres de M. Brillouin.

La première de M. Born concerne l'interprétation statistique de la mécanique quantique. On sait que l'on a abouti à une conception statistique de la mécanique ondulatoire, conception dont le développement formel est principalement dû à Dirac, Jordan, Neuman. Heisenberg s'est efforcé d'interpréter les faits aussi bien que possible, en montrant que la mesurabilité d'une grandeur physique a une limite absolue donnée par la relation dite d'incertitude. Mais on sait aussi qu'avant la mécanique ondulatoire on avait proposé une autre modification de la mécanique classique : la théorie des matrices, fondée par Heisenberg. Il a été démontré que celle-ci est tout à fait équivalente à la mécanique des ondes, mais cette dernière s'est montrée si commode et si claire que les méthodes de la théorie des matrices se sont trouvées reléguées au second plan.

Ici M. Born préfère le calcul des matrices et démontre que l'interprétation statistique de la mécanique quantique peut être développée d'après la théorie originale d'Heisenberg d'une manière très simple et naturelle.

La deuxième conférence concerne la théorie quantique de la désintégration radio-active des noyaux atomiques. Une des plus belles applications des méthodes de la mécanique quantique est cette théorie donnée à la fois par MM. Gamow, Condom et Gurney.

La théorie classique rencontre une grande difficulté à combiner les faits mis en lumière par les expériences de Rutherford sur la dispersion des particules α traversant les atomes lourds avec les résultats des mesures de la vitesse des particules α émises par les mêmes atomes.

Mais la mécanique quantique peut surmonter ces difficultés et en même temps donner la définition d'un autre fait frappant de la radio-activité, la loi de Geiger et Nuttall.

La troisième conférence est relative à la largeur naturelle des raies spectrales.

Le problème du calcul de la largeur des raies à l'aide de la nouvelle mécanique quantique, a été attaqué de plusieurs côtés, mais toujours en vain, à l'exception d'un travail de Dirac dans lequel l'auteur fait usage de la fonction symbolique δ (q) d'une manière très audacieuse.

L'auteur ne s'estime pas capable de juger si elle est correcte; cependant un de ses élèves M. Weisskopf et M. Wigner de Berlin, viennent de faire dans cette étude un progrès essentiel; leur point de départ est la méthode connue de Dirac qui permet de représenter conformément à la mécanique quantique l'inter action des atomes et du rayonnement. C'est cette étude que M. Born expose dans sa conférence.

La première conférence de M. Brillouin se rapporte à quelques propriétés d'une équation aux dérivées partielles hyperbolique.

Dans tout problème de physique mathématique l'intégration d'une équation aux dérivées partielles qui définissent l'état interne, présente des difficultés très inégales suivant la forme des frontières et les conditions imposées le long de ces frontières.

On peut faire des remarques analogues pour les équations aux dérivées partielles de type hyperbolique, rencontrées dès le XVIIIe siècle par les géomètres qui se sont attaqués à la théorie de propagation du son.

Dans ces problèmes simples les conditions aux limites présentent aussi une symétrie analogue à celle de l'équation aux dérivées partielles et l'on peut alors obtenir des solutions satisfaisantes.

Mais les difficultés apparaissent, et considérables, dès qu'on associe une frontière sphérique à une équation aux dérivées partielles hyperbolique comme cela se présente dans un problème hydrodynamique qui va servir de thème au conférencier.

Le but de M. Brillouin a été d'attirer l'attention des jeunes mathématiciens, sur quelques difficultés intéressantes en elles-mêmes, et plus encore pour les applications hydro-dynamiques qui se présentent dans l'étude de l'équation hyperbolique la plus simple dès que la frontière n'est plus celle que les mathématiciens ont pris l'habitude d'étudier.

La deuxième conférence de M. Brillouin traite d'un problème non résolu de la physique mathématique classique : la propagation de la fusion. La physique mathématique classique pose des problèmes de deux espèces différentes : 1° ceux dans lesquels les domaines dont on étudie le changement des propriétés sont limités par des frontières géométriques données; 2° ceux dans lesquels ce sont les frontières qui sont les véritables inconnues de la question.

Pour les premiers on est en possession des méthodes géométriques qui conduisent à la solution; mais pour les seconds on est arrêté dès la mise en équation. Tel est le cas pour une question posée depuis Fourier : la propagation de la solidification du globe terrestre supposé en fusion à l'origine. C'est ce problème que M. Brillouin pose dans sa conférence et dont il met en évidence les difficultés.

L. P.

**
*

Favre (A.), *Professeur au Lycée de Toulouse.* — **Les Origines du Système métrique.** — 1 *vol. de* 240 *p., avec hors-texte. Les Presses Universitaires de France, Paris*, 1931.

Le système métrique présentait au moment de sa fondation, trois caractères que, dans son rapport à la Convention, a bien distingués Arbogast :

1° Une unité de longueur, base de tout le système, et définie à partir d'une longueur *naturelle.*

2° Des relations simples entre les unités de longueur, de surface, de volume, de capacité, et entre ces dernières et celle de masse qui était ainsi dotée d'une définition naturelle.

3° L'échelle décimale appliquée à la division de toutes les unités du système.

Aujourd'hui dans le système métrique les définitions naturelles ont été abandonnées et seules subsistent la division décimale et les relations entre les unités géométriques et de capacité.

Les définitions naturelles n'ont donc plus qu'un intérêt historique, mais leur histoire mérite qu'on s'y arrête et l'auteur nous la présente avec une documentation abondante et pleine d'intérêt.

En ce qui concerne les idées et les sentiments qui ont conduit à la définition du mètre, cette histoire n'offre pas de grandes difficultés mais il n'en est plus de même quand on veut retrouver celle de la définition naturelle de l'unité de masse et la division décimale des unités. Il est difficile pour ces deux questions de remonter le cours des idées jusqu'à sa source ou même de le suivre sans le perdre de vue. L'auteur y a pourtant réussi dans toute la mesure possible dans les deux chapitres qu'il leur a consacrés en marquant des points de repère.

Après avoir dans la première partie du volume considéré le système métrique sous l'aspect du problème administratif, qu'il posait, l'auteur dans la deuxième partie aborde le problème scientifique qu'il avait à résoudre. Il retrace dans la troisième partie l'histoire de la première solution que l'on a envisagée et enfin, dans la dernière, celle de la solution définitive à laquelle on s'arrêta. Un index bibliographique donne la liste des travaux à consulter et de deux cités dans le texte.

Dans une époque comme celle-ci où l'on entend parler constamment à tort et à travers de rationalisation, comme d'une chose récente, il est peut-être intéressant de savoir que déjà Auguste Comte (1841) considérait l'intervention de l'esprit scientifique dans une réforme des poids et mesures comme l'assurance d'autre progrès en inaugurant une méthode nouvelle à laquelle il donna le nom de *rationalisation.* C'est la première fois croyons-nous que le mot a été appliqué. Il semble avoir été oublié dans l'intervalle, et Littré, le fidèle disciple d'Auguste Comte, ne l'a pas fait entrer dans son dictionnaire.

L. Potin.

**
*

Ramos, *Professeur à l'Ecole polytechnique de Sao-Paulo.* — **Leçons sur le Calcul vectoriel.** — 1 *vol. in-8° de* 120 *pages. A. Blanchard, éditeur, Paris*, 1930, (*Prix, broché :* 25 *francs*).

Ces leçons sont celles professées par l'auteur au cours du second semestre de 1929, à des ingénieurs voulant poursuivre des études de physique théorique.

Le calcul vectoriel est en effet devenu l'indispensable instrument des recherches de physique mathématique. Aussi ces leçons sont-elles orientées vers les éléments de l'Analyse vectorielle et vers les théories préparatoires à l'étude du calcul tensoriel. Les notations adoptées sont celles de MM. Burali, Forti, Marcolongo et Boggio.

Après une introduction où sont exposés les éléments de l'algèbre vectorielle, le chapitre I traite des fonctions de point avec des applications aux courbes, aux surfaces, aux coordonnées curvilignes. Au chapitre II sont introduits le rotationnel et la divergence, puis donné quelques théorèmes de calcul intégral, et des applications à quelques questions de Physique mathématique. Enfin, le chapitre III forme une introduction directe à l'analyse tensorielle.

L'ouvrage se recommande par sa très grande concision qui n'exclut cependant pas la précision nécessaire à un ouvrage d'enseignement et d'initiation. Il est très bien présenté par le jeune et sympathique éditeur et nul doute qu'il rendra service, en particulier, à ceux qui n'ont pas trouvé à l'Ecole, dans leurs programmes, les développements suffisants pour connaître ce qu'il faut de ce calcul, et c'est encore le cas de beaucoup, en France tout au moins.

F. M.

2° Sciences physiques.

Ribaud (Gustave), *Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg.* — **Traité de Pyrométrie optique.** Préface de M. Fabry. — 1 *vol. de* 485 *p. de l'*Encyclopédie Photométrique. *Editions de la* Revue d'Optique théorique et instrumentale. *Paris*, 1931.

Si l'ensemble de la Pyrométrie se trouve exposé dans un grand nombre d'ouvrages, dans aucun d'eux, la place nécesssairement réduite consacrée à la Pyrométrie optique n'a permis de donner à cette science de la mesure optique des températures élevées, le développement qu'elle doit comporter.

Aussi le présent ouvrage répond-il à un très réel besoin. Si l'auteur a tenu à réserver le chapitre d'introduction à la pyrométrie des hautes températures, il n'a jamais eu comme objectif d'y entreprendre une description complète des méthodes et des appareils qui ont permis de fixer l'échelle des températures jusqu'au point de fusion de l'or. Mais par contre, il s'est attaché à insister sur les diverses raisons qui ont conduit à abandonner ces instruments pour l'extrapolation aux températures élevées. Dès le début il indique les motifs expérimentaux qui ont

fait rejeter la loi de Stefan Boltzmann, et adopter la loi de Wien Planck pour la fixation de l'échelle internationale des températures élevées. Dans le deuxième chapitre, et le début du troisième, il a groupé les définitions, désignations et notations adoptées au cours de l'ouvrage, ces désignations étant devenues officielles depuis le Congrès de l'Eclairage de 1924.

Dans le chapitre IV se trouvent rassemblées les lois et les valeurs des constantes relatives au rayonnement du corps noir, sans aucun développement théorique, car l'auteur a préféré insister sur les aspects physiques des phénomènes et pour l'exposition, se dégager de toute préoccupation d'ordre mathématique.

Dans le chapitre V l'auteur s'est borné à donner une idée générale des méthodes de mesure de la constante C_2 et à faire une courte place aux instruments et aux méthodes de mesure du rayonnement total pour bien préciser les difficultés que l'on y rencontre, et les raisons qui ont fait abandonner la loi de Stefan Boltzmann, dans les extrapolations optiques.

Le chapitre VI contient, à côté des méthodes, l'ensemble des mesures des pouvoirs émissifs monochromatiques dans le spectre visible. En ce qui concerne l'infra-rouge, M. Ribaud s'est borné à rappeler l'accord entre les valeurs fournies par l'expérience, et celles que donne la formule de Drude, sans insister toutefois sur le détail des mesures.

Il lui a paru utile de donner dans le chapitre VII tous développements que comportent les notions si fécondes des températures de couleur et de pouvoir émissif de couleur d'un corps. On y trouvera décrites les diverses méthodes des mesures de la température de couleur ainsi que les résultats comparatifs auxquels elles ont conduit.

En ce qui concerne les émissions énergétiques et lumineuses qui jouent au surplus un rôle peu important en pyrométrie, l'auteur s'est limité au strict indispensable (chapitres VIII et IX).

Toute extrapolation optique aux températures élevées suppose la réalisation d'un système de réduction capable d'affaiblir la brillance spectrale d'une source dans un rapport connu; une telle réalisation est d'importance et justifie l'ampleur de l'étude critique (chap. X) de l'adaptation des divers systèmes de réduction au cas spécial de la pyrométrie.

Le chapitre XI est consacré aux spectropyromètres et contient en outre le principe de l'adaptation des spectrophotomètres à la comparaison des brillances spectrales émises par deux sources.

Le lecteur, non averti, s'étonnera du développement donné, au chapitre XII, aux longueurs d'ondes effectives des verres colorés, mais le chercheur de laboratoire saura certainement gré à l'auteur d'avoir donné, à côté des définitions et des déterminations des longueurs d'ondes effectives, des réponses aux multiples et délicats problèmes que pose la pratique des pyromètres munis de verres colorés (chapitre XIII). On peut en dire autant des verres absorbants dont l'emploi présente quelques difficultés, quand ces verres sont associés à un verre coloré (chapitre XIV).

Avant d'aborder la théorie et la description des pyromètres, chapitre XVII, il a jugé bon de faire une place à la description des méthodes et des appareils de réalisation du corps noir (chap. XV et XVI).

Les anciens instruments (Le Châtelier, Féry, etc.) sont à peu près abandonnés, et remplacés par le pyromètre à disparition de filament, dont la théorie et les détails de son emploi ont paru devoir comporter un important développement (chap. XVIII).

Un court chapitre (le XIX) est consacré aux lampes pyrométriques à ruban de tungstène.

L'auteur demande que l'étendue de l'avant-dernier chapitre de l'ouvrage ne puisse apparaître aux lecteurs comme un indice en faveur du pyromètre à radiation totale. Il a tenu au contraire à montrer les causes d'erreur qui s'accumulent à plaisir dans cet instrument, aujourd'hui totalement abandonné dans les laboratoires de pyrométrie, et dont le seul mérite est de permettre un enregistrement continu dans les opérations industrielles courantes.

Ce traité serait incomplet s'il ne rassemblait pas dans un dernier chapitre les données pyrométriques sur le rayonnement des sources les plus importantes. A côté des résultats numériques des plus sûrs intéressant ces diverses sources, le lecteur trouvera en outre des exemples instructifs d'application des méthodes de la pyrométrie optique à des cas très variés.

La science de la mesure des températures par le rayonnement que M. Ribaud a exposée dans le présent volume est le fruit d'une longue pratique personnelle et d'une très complète documentation. Avec la description de tous les appareils intéressants, on y trouvera un exposé clair et bien coordonné des méthodes de la pyrométrie par rayonnement. Cet exposé des méthodes conduit naturellement M. Ribaud à l'étude des propriétés rayonnantes des divers corps solides et à la discussion des différentes notions auxquelles cette étude conduit. Ainsi le livre de M. Ribaud déborde beaucoup le problème de la pyrométrie. Il sera indispensable à ceux qui ont à faire des mesures de températures et sera consulté par ceux qui s'intéressent à la production de la lumière et de plus sera lu avec intérêt par tous les physiciens comme le dit M. Fabry dans sa préface.

L. Potin.

3° Sciences naturelles.

Caullery (Maurice), *Membre de l'Institut. Professeur à la Sorbonne.* — **Le Problème de l'évolution.** 1 *vol. in-8° de* 448 *p.*, 88 *fig. dans le texte* (Bibliothèque scientifique). *Payot, Paris*, 1931. (*Prix : 40 fr.*)

Le présent ouvrage de M. Caullery a son origine dans un cours professé à la Sorbonne, dans la chaire d'Evolution des êtres organisés; il retrace, sans viser à épuiser une matière du reste inépuisable, l'état actuel du problème de l'évolution; cet exposé général des idées directrices donnera aussi bien aux étudiants qu'au public cultivé l'orientation nécessaire pour comprendre les controverses actuelles.

Tout d'abord, M. Caullery pose le fait de l'Evolution comme hors de contestation, parce que c'est la seule explication rationnelle de la Nature actuelle et passée; mais s'il y a accord général sur ce point, il y a des difficultés considérables quand on cherche à se représenter comment s'est faite l'Evolution, dont la majeure partie s'est déroulée au cours des très anciennes périodes géologiques. La paléontologie, interrogée en premier lieu, montre une transformation générale et progressive, d'allure extrêmement variable suivant les groupes, tantôt rapide (Mammifères), tantôt lente; les épanouissements sont suivis soit d'une extinction totale, dont le processus est du reste difficile à pénétrer, soit d'un prolongement précaire par des formes reliques, comme l'Amphioxus, les Dipneustes, le *Sphenodon*, le *Gingko*; on dirait que l'évolution est commandée par des propriétés intimes des organismes, bien plutôt que par l'action des facteurs du milieu ambiant. La morphologie montre d'une façon certaine la trace des transformations subies au cours des âges, que l'on considère la structure des organes ou bien leur embryogénie; les organes rudimentaires sont des témoins d'organes, jadis fonctionnels, aujourd'hui régressés; souvent l'atrophie est corrélative d'une hypertrophie d'un autre organe, suivant le principe de balancement d'Etienne Geoffroy (cas de la Taupe, organe de Bidder du Crapaud mâle, etc.). Une application particulièrement frappante de la morphologie est celle que fournissent les parasites, parfois tellement modifiés que leurs affinités réelles ne peuvent être révélées que par l'étude du développement larvaire; ils se distinguent notamment de leurs alliés libres par leurs organes adaptatifs, tels que crochets et ventouses. Assurément l'examen des deux disciplines paléontologique et morphologique force à reconnaître que l'hypothèse de l'Evolution, et elle seule, rend bien compte des faits, mais ne nous renseigne guère sur son mécanisme.

Mais aussitôt apparaît un problème, celui de la double harmonie entre les divers organes de l'espèce et entre l'organisme et le milieu; c'est l'*adaptation* : on a maintes fois tenté de l'expliquer. L'interprétation cuviérienne et traditionaliste est celle de la finalité providentielle, réalisant un dessein *a priori*; pour Lamarck, l'adaptation est réalisée *a posteriori* comme conséquence du fonctionnement des organismes et de l'influence que le milieu exerce sur eux. On peut aussi la considérer comme une illusion née de coïncidences (Rabaud), ou comme le résultat d'une préadaptation fortuite qui filtre pour ainsi dire, dans les places vides de la Nature, des organismes se trouvant par avance conformés de façon à pouvoir y vivre et y durer (Buffon, Cuénot). Il peut y avoir du vrai dans ces deux dernières manières de voir, mais elles sont insuffisantes; l'examen des formes qui ont changé de milieu ou de mœurs par rapport aux autres espèces de leur groupe, montre qu'il y a une corrélation fonctionnelle certaine entre les conditions du milieu et les organes plus ou moins profondément transformés (palmure des animaux aquatiques, cas des Cétacés, exemple des Pagures, convergence des Cactées et des Euphorbiacées désertiques, appareils coadaptatifs). Enfin un dernier témoignage en faveur de la réalité de l'Evolution est donné par la distribution géographique et en particulier par la faune des îles continentales et océaniques, si remarquable par son endémisme et le nombre des Oiseaux incapables de voler que l'on y rencontre.

Après cette démonstration, qui ne laisse rien dans l'ombre de la réalité du transformisme, la tendance invincible de l'esprit humain est d'en chercher les causes naturelles, d'en élucider le mécanisme.

Trois hypothèses explicatives ont été proposées : le lamarckisme, le darwinisme et le mutationnisme; M. Caullery en expose les traits essentiels. Pour le lamarckisme, on est en face du fait formel de la correspondance étroite entre les conditions ambiantes et les particularités de l'organisation; on est contraint d'admettre, mais sans accepter le mécanisme simpliste auquel croyait Lamarck, que l'ensemble des facteurs externes exerce une action modelante qui aboutit à une modification adaptative du patrimoine héréditaire. Pour le darwinisme, il ne semble pas que la sélection ait la précision indispensable à la marche évolutive vers une plus grande spécialisation. Quant au mutationnisme, étudié d'une façon détaillée, il ne saurait prétendre à être une théorie totale de l'évolution, car les mutations ne débordent jamais (autant qu'il paraît) hors du cadre de l'espèce, de sorte que celle-ci a réellement une stabilité relative et non pas la plasticité que supposait Lamarck; le mutationnisme ne peut expliquer les adaptations coordonnées et convergentes d'un Cétacé, d'un Sirénien, d'un Ichthyosaure.

Un chapitre est consacré à des théories accessoires : ségrégation de Moritz Wagner, qui en fait se rattache au lamarckisme, puisque ce sont la nourriture et le climat qui déterminent la transformation en espèce nouvelle des groupes d'individus isolés, dans les îles par exemple; orthogénèse d'Eimer, également d'inspiration lamarckienne, qui admet une variation sériale des organes, déterminée par des facteurs extérieurs, totalement indépendante de toute conception sélective ou adaptative; irréversibilité de Dollo, naissance d'espèces par hybridation de Losty, théorie de l'hologénèse de Nägeli et Rosa, apogénèse de Przibram, purement spéculative comme l'hologénèse.

Ce beau livre se termine par un important chapitre « Résumé et Conclusions », où avec une critique pénétrante, M. Caullery examine l'ensemble de ce que l'on sait sur l'Evolution et les théories explicatives que l'on a proposées; tout en rendant justice aux acquisitions fécondes de la génétique, il ne lui paraît pas que les modifications des gènes nucléaires puissent rendre compte de la naissance des espèces naturelles : entre deux espèces, même voisines, même interfécondes, comme le sont beaucoup de végétaux, il y a une différence profonde qui correspond à une transformation générale du génome. Le mutationnisme laisse totalement inexpliqué le phénomène de l'adaptation, qui suggère un perfectionnement progressif et un lien direct avec le milieu extérieur agis-

sant comme cause efficiente. A coup sûr, l'Evolution a dû consister dans les transformations successives de la cellule spécifique, l'œuf, qui contient en puissance toutes les propriétés de l'espèce; on ne peut les comprendre qu'en admettant qu'il y a eu une époque où les facteurs extrinsèques du milieu ont eu une influence adaptative qui s'est inscrite dans le génôme.

Tout ce que nous savons de la nature actuelle nous indique que la constitution des cellules spécifiques a actuellement une très grande stabilité, à quoi tient la stabilité du monde organique présent; mais il n'en a pas nécessairement été toujours ainsi. Pour chaque groupe d'organismes, il y a eu une période de réalisation à la suite de laquelle il s'est stabilisé; peut-être l'Evolution est-elle actuellement terminée, sauf peut-être à l'échelle des espèces et au maximum des genres.

M. Caullery, favorable à un lamarckisme modernisé et assagi, essaie, en faisant appel au facteur « Temps », de le concilier avec les faits solidement acquis du mutationnisme. C'est une tentative intéressante, et qui ne saurait trouver un meilleur avocat.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

*
**

Joyet-Lavergne (Ph.), *Professeur au Lycée Condorcet.* — **La Physico-Chimie de la sexualité.** — 1 *vol. in*-8° *de* 457 *p.,* 12 *fig. dans le texte, avec une préface du Professeur* d'Arsonval, *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine* (**Protoplasma, Monographien**, *vol. V, Berlin, Borntraeger*), 1931,

Lorsqu'on découvrit dans les cellules sexuelles les différences chromosomiques entre le mâle et la femelle, on pensa avec quelque apparence de raison que l'on avait pénétré le mécanisme de la détermination du sexe; l'organisme une fois déterminé, dès le moment de la fécondation, évoluait dans un certain sens, les hormones génitales ou le sexe cellulaire déterminant à leur tour les caractères sexuels secondaires. Cette belle généralisation qui rendait compte en particulier de la sensible égalité numérique des mâles et des femelles chez la plupart des espèces et des phénomènes si variés de l'hérédité enchaînée au chromosome sexuel, n'a pu garder longtemps sa simplicité : en effet, par de simples croisements entre races différentes, on a pu réaliser des intersexes (Goldschmidt); des femelles parthénogénétiques de Phasmes qui n'auraient dû produire indéfiniment que des femelles, ont parfois donné naissance à des mâles, du reste inutiles, et à des intersexes; enfin, par des interventions variées, en modifiant l'éclairement (Chanvre), ou la nourriture, on a pu, en dépit des formules chromosomiques, inverser des sexes déjà déterminés. Des poules castrées très jeunes développent des testicules; des crapauds mâles, castrés très jeunes, développent leur organe de Bidder (ovaire potentiel) et deviennent fonctionnellement femelles, si bien qu'on a pu arriver à ce résultat paradoxal d'avoir des œufs fécondés dont les parents sont deux mâles (K. Ponse). Le sujet de la sexualité paraît donc singulièrement complexe, et disons le mot, embrouillé. M. Joyet-Lavergne lui a consacré un livre où il traite surtout des conditions physico-chimiques, corrélatives de l'apparition de la sexualité, depuis les organismes inférieurs, Champignons et Protozoaires, jusqu'aux végétaux et animaux supérieurs; il montre qu'il y a dans les cytoplasmes des cellules sexuelles des différences notables, qu'il traduit par les deux lois suivantes de la sexualisation : 1° la valeur du potentiel d'oxydo-réduction (*r*H) intracellulaire est un caractère de sexualisation du cytoplasme; dans une espèce, les cellules polarisées dans le sens femelle ont un *r*H inférieur à celui des cellules polarisées dans le sens mâle; 2° les différences de nature et de proportions dans les réserves lipoïdes et graisses constituent un autre caractère de sexualisation cytoplasmique : les cellules polarisées dans le sens femelle acquièrent des réserves en graisses qui réduisent l'acide osmique; les réserves lipoïdes des cellules qui donnent les gamètes mâles n'ont pas cette qualité (Prèles, Phanérogames, Sporozoaires, *Mucor*).

Le mâle et la femelle ont, d'une façon générale, un métabolisme différent, plus élevé chez le mâle, et cela aux diverses étapes du développement; ce caractère différentiel est en effet un caractère sexuel cellulaire; lorsque ce métabolisme est modifié par le parasitisme (présence d'une Sacculine, du *Stylops*), la température, le développement d'une tumeur, le croisement avec des races étrangères, il y a une tendance plus ou moins marquée à l'intersexualité ou au changement de sexe. En somme les diverses manifestations de la sexualité, aussi bien celles du soma que celles du germen, sont l'expression d'un certain état physiologique et sont l'effet direct des qualités physico-chimiques de l'organisme.

Le dernier chapitre, qui aurait dû être le plus important de tous, est consacré à l'examen comparatif des diverses théories du sexe. M. Joyet-Lavergne, sans formuler une conception précise, paraît assez favorable à l'hypothèse raisonnable de Witschi : l'hétérochromosome serait un facteur de la sexualité, parfois décisif à lui seul (Drosophile), parfois collaborant avec d'autres facteurs déterminants qui peuvent avoir une influence prépondérante; mais ailleurs M. Joyet-Lavergne tend à regarder les chromosomes sexuels, non pas comme des facteurs, mais comme des conséquences de la sexualité elle-même, au même titre que le type de métabolisme et les caractères sexuels secondaires. A la rigueur, cela peut se soutenir, mais alors qu'est-ce qui détermine le sexe?

En quoi la théorie physico-chimique de M. Joyet-Lavergne, dont je n'ai pas su trouver un exposé clair et exhaustif, est-elle plus physico chimique que l'hormonique ou la métabolique ou même la chromosomique? Dans un sujet qui réclamait avant tout des divisions parfaitement limpides, il semble que l'auteur mélange sans beaucoup d'ordre les problèmes à exa-

miner, de sorte que l'on saisit assez mal ce qu'il pense du déterminisme du sexe, du déterminisme des caractères primaires ou secondaires liés au sexe, du mode d'action des facteurs qui provoquent les changements des cycles, l'intersexualité ou l'inversion. Mais il est juste de dire qu'il a voulu surtout, je pense, faire un recueil de documents, ainsi qu'en témoigne l'abondante bibliographie de 50 pages; à ce point de vue, son livre pourra rendre service au spécialiste de ces questions.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

*
**

Vandel (A.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **La Parthénogénèse.** — 1 *vol. in-16 de 414 pages avec 42 figures dans le texte* (Encyclopédie scientifique, *Doin, Paris*), 1931 (*Prix : 32 francs*).

La parthénogénèse (mot de R. Owen, 1849) est le fait présenté par des femelles, dont les œufs, sans avoir été fécondés, sont capables de se développer; ce mode dérive manifestement de la reproduction sexuée, car le germe parthénogénétique est chez les animaux un véritable œuf, né dans l'ovaire; la parthénogénèse naturelle existe chez un grand nombre d'espèces animales et végétales, tandis que la parthénogénèse artificielle ou expérimentale est le développement d'œufs ordinaires dont l'activation est provoquée par des traitements variés (actions chimiques, piqûre), surtout dans les groupes où il n'y a pas de parthénogénèse naturelle (Echinodermes, Annélides, Mollusques, Batraciens). M. Vandel classe très logiquement les cas connus dans les catégories suivantes : *p. arrhénotoque* ou haploïde n'engendrant que des mâles (Abeilles) dont le germe est haploïde tandis que le soma peut avoir un nombre doublé ou quadruplé de chromosomes (les détails sont encore douteux); *p. thélytoque*, productrice de femelles diploïdes, les mâles étant très rares ou même parfois inconnus (*Rhodites*); *p. cyclique*, alternance régulière d'une génération bisexuée et d'une génération agame constituée exclusivement par des femelles parthénogénétiques qui donnent des œufs diploïdes (Rotifères, Cladocères, Aphidiens); *paedogénèse*, parthénogénèse qui peut être rattachée au type cyclique, se produisant non plus chez l'adulte, mais chez la larve (Cécidomie); *p. facultative* ou accidentelle qui représente le stade primitif d'où est sortie la parthénogénèse normale, des œufs non fécondés étant parfois capables de se développer, en donnant soit des femelles (cas des Coccides et de certains Phasmes), soit les deux sexes (Lépidoptères); *p. du type Nématode*, appartenant à un type très particulier; au début, le spermatozoïde ne fait que déclencher l'activation de l'œuf sans que les noyaux se fusionnent; ce processus devient chez d'autres espèces de la parthénogénèse normale, les mâles étant rarissimes; *p. géographique* ou polyploïde, caractérisée par l'existence dans une espèce de deux ou plusieurs races bien distinctes dont l'une se multiplie par le mode bisexué normal, et l'autre par parthénogénèse constante; ces deux races occupent généralement des aires géographiques distinctes, qui peuvent être sécantes sur une plus ou moins grande étendue; l'amixie physiologique complète entre les deux races est de règle (Psychides, *Trichoniscus*, divers Crustacés); l'œuf parthénogénétique a un nombre de chromosomes qui est un multiple du nombre normal. — Chez les végétaux, la parthénogénèse est en rapport presque constant avec la régression des éléments mâles, et elle est naturellement du type thélytoque; parfois c'est de l'*apogamie*, c'est-à-dire le développement, non pas de l'œuf, mais d'autres cellules voisines, comme les synergides.

Un chapitre détaillé est consacré au sujet très difficile, non encore parfaitement débrouillé, de la cytologie de la parthénogénèse, montrant comment l'œuf, malgré le manque de chromosomes mâles, récupère le nombre diploïde de chromosomes, qui semble être le seul compatible avec un développement normal, et comment le sexe est déterminé par la distribution des chromosomes sexuels, plus ou moins influençable par les facteurs extérieurs.

Une bibliographie considérable termine cet excellent livre qui, par le bon classement des faits, l'indication des points encore mal éclaircis, sa parfaite mise au courant, rendra de grands services à tous ceux qui chercheront des renseignements sur le phénomène si important de la parthénogénèse.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Communications du 1er Semestre 1931.

Sciences physiques. — M. **T. Boggio** : *Une interprétation physique du tenseur de Riemann et des courbures principales d'une variété V_3.* — MM. **P. Vernotte** et **A. Jeufroy** : *Méthode simple de mesure de la chaleur spécifique d'un corps solide à la température ordinaire. Application au glucinium.* — M. **R. Jouaust** : *Le problème de la photométrie hétérochrome.* — M. **R. Ricard** : *Sur les divers spectres d'étincelle du mercure.* — M. **V. Lalan** : *L'hypothèse de la courbe de poursuite et les lois de la réflexion dans les systèmes optiques en mouvement.* — M. **G.-A. Boutry** : *Modifications de la surface caractéristique d'une cellule photo-électrique à atmosphère gazeuse lorsqu'on change la résistance.* De cette étude se dégage une conclusion pratique importante : c'est que, pour un flux lumineux donné et une différence de potentiel donnée, il existe une valeur optimum de la résistance R extérieure à la cellule, pour laquelle celle-ci fournit le courant contrôlé maximum, avec la plus grande pente utilisable de la caractéristique à flux variable correspondante. Ce n'est que lorsque les valeurs moyennes des flux mesurés sont très faibles qu'on peut admettre que la sensibilité est indépendante de R. — MM. **Guichard, Clausmann, Billon** et **Lanthony** : *Sur l'indépendance de la dureté et de la teneur en hydrogène des métaux électrolytiques.* La conclusion de cette étude est que les métaux électrolytiques ne doivent pas leur dureté, même partiellement, à la présence d'un hydrure hypothétique ; ils sont durs uniquement à cause de leur structure très fine, déjà observée par divers auteurs. — M. **Néda Marinesco** : *Pouvoir inducteur spécifique et poids moléculaire des colloïdes.* — M. **V. Grignard** et **J. Savard** : *Sur les dérivés magnésiens de la dichlorotriphénylphosphine et sur les pentaphosphines.*

Sciences naturelles. — M. **L. Joleaud** : *Les récents progrès de nos connaissances sur l'histoire du Pacifique aux temps tertiaires et la théorie de Wegener.* L'océan Pacifique tertiaire devait présenter des archipels d'atolls jusque dans une zone assez proche du Nouveau Monde, en effet la présence de *Lepidocyclina* au Pérou, d'*Orthophragmina* en Californie et au Pérou, prouve que l'influence des courants froids de Californie et de Humboldt était bien moins étendue aux temps tertiaires. Enfin la facilité des communications dans les mers néritiques tropicales à travers tout le Pacifique pendant le Nummulitique et le Miocène exclut la possibilité d'existence d'un immense océan Pacifique sans îles, tel que l'implique l'hypothèse de Wegener. — M. **D. Schnéegans** : *Observations sur la limite occidentale de la nappe du Briançonnais au sud de la Maurienne.* — **Mihaïlovith Jélenko** : *Deux catastrophes séismiques en novembre 1930 et en janvier 1931 en Albanie.* Les deux dernières catastrophes albanaises confirment l'existence d'une pression des blocs adriatiques sur la stabilité des blocs sismogènes albanais et mettent en évidence les migrations des épicentres suivant les zones séismogènes que l'auteur a construites en 1927 pour les plissements tectoniques épiro-albanais. — M. **Emile-F. Terroine**, Mlle **Germaine Goy, Marguerite Champagne** et **Gilberte Mourot** : *La répartition de l'azote urinaire dans le métabolisme azoté endogène spécifique au cours de la croissance.* Une étude sur le Porc a montré, entre autres faits aux auteurs : 1° que la dépense totale diminue considérablement au cours de la croissance ; la dépense azotée endogène suit donc fidèlement la dépense énergétique. 2° L'urée, l'ammoniaque, l'azote aminé, l'allantoïne suivent un même mouvement de baisse au cours de la croissance. Par contre la créatinine ne participe nullement à cette baisse ; la créatinine n'est donc pas un représentant qualifié de la valeur du métabolisme endogène total. 3° Lors de la prolongation d'un régime ne comportant pas de matières protéiques, la créatine tend à disparaître complètement. 4° Chez le porc, il existe une proportion considérable de N aminé. — M. **Louis Baudin** : *le quotient respiratoire des poissons en fonction de température.* La consommation d'Oxygène et le dégagement de CO_2 augmentent avec la température de l'eau. C'est exactement le contraire de ce qu'on observe chez les homéothermes. Le quotient est minimum vers 15°. Au-dessus de 15°, l'exagération du mouvement vient augmenter la dépense minimum. Au-dessous de 15° le poisson se comporte comme les hémothermes hibernants et la grenouille, à cette réserve importante près que chez le premier le quotient s'élève, que chez les seconds il s'abaisse quand la température descend. — MM. **Marcel Abeloos** et **Maurice Lecamp** : *Sur la production de formations anormales et multiples dans les membres du Triton par transplantation de régénérats.* Les auteurs ont constaté que le développement du transplantat produisait, dans certains cas soit une extrémité plus ou moins anormale (doigts surnuméraires par exemple), soit une extrémité double ou triple. Cette production d'anomalies et de formations multiples par transplantation est soumise à un déterminisme évidemment complexe. Les expériences des auteurs mettent cependant nettement en évidence deux facteurs importants de ce déterminisme : 1° L'influence de l'orientation des axes présomptifs du régénérat transplanté (axes antéro-postérieur, dorso-ventral, longitudinal) par rapport à ceux du moignon d'implantation. 2° L'influence du changement de niveau du régénérat le long de l'axe longitudinal du membre. — MM. **F. Vlès** et **A. de Coulon** : *Sur le sort ultérieur des greffes de tumeurs épithéliales bloquées.* Un des résultats de la présente Note est qu'il semble y avoir jusqu'à un certain point antagonisme entre la réaction qui transmet la nouvelle tumeur à partir de l'ancienne greffe bloquée et l'opération par laquelle le goudron amorce l'apparition du papillome et sa cancérisation postérieure.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Communications du 1er Semestre 1931.

M. S. **Mutermilch** et Mlle E. **Salamon** : *Recherches sur la conservation de la toxine tétanique.* Les extraits aqueux de divers organes de Lapin ainsi que le sérum normal de Lapin, ajoutés en quantités infimes à la toxine tétanique, confèrent à cette dernière la propriété de se conserver pour ainsi dire indéfiniment (415 jours au minimum). Des recherches sont en cours qui ont pour but de trouver l'explication du mécanisme de ce phénomène. — MM. C. **Ninni** et V. **Tramontano** : *Réaction tissulaire générale par l'inoculation de B.C.G. dans les ganglions lymphatiques des Cobayes.* Le B.C.G., inoculé par voie intra-ganglionnaire, soit sous la forme de culture directe, soit sous la forme de rétro-cultures à partir d'organes, soit même sous la forme d'organes hébergeant encore du B.C.G. vivant, n'est pas modifié dans sa virulence. 2° La réaction tissulaire spécifique au B.C.G., qui met en évidence l'immunisation antituberculeuse de l'organisme, est produite par le système histiocytaire. Les modifications cellulaires, surtout lymphocytaires, existent, non seulement dans les ganglions inoculés, mais aussi dans tous les viscères de l'organisme. Ces modifications sont encore visibles 5 mois après l'inoculation, ce qui prouve indirectement que le B.C.G. est encore vivant après 5 mois. — M. A. **Besredka** : *De l'immunité antidiphtérique réalisée par la voie cutanée.* En rasant simplement la peau du Lapin ou en la frictionnant avec une crème à la lanoline-vaseline, on crée une immunité locale non spécifique; à la faveur de celle-ci, on réalise en peu de temps, au moyen de la toxine appliquée sur la peau, une immunité locale spécifique, laquelle fait rapidement place à l'immunité antidiphtérique générale. — M. S. **Date** : *Concentration en ions hydrogène dans un corps unicellulaire.* Le pH du protoplasme de l'*Amoeba proteus* dans la culture ($p\text{H} = 8{,}0$) est 6,4 — 7,3 ; il est plus acide pendant le mouvement qu'au repos ; le pH du noyau est un peu plus élevé que celui du protoplasme. Quand le pH extérieur varie de 5,0 à 9,0, il n'influe pas remarquablement sur le pH intérieur. — MM. S.-I. **Zlatogoroff** et S.-A. **Kostereff** : *Oscillations des réactions de Schick et de Dick sous l'influence des marches forcées.* Sous l'influence de marches militaires, d'un brusque changement de milieu, d'une modification du régime, d'une charge renforcée, des réactions de Schick et de Dick négatives deviennent positives. Pour la réaction de Schick les passages sont plus brusques et plus nettement exprimés que pour la réaction de Dick. Quand on s'éloigne des causes qui troublent l'équilibre de l'organisme, le 10e jour de repos, on observe des oscillations inverses dans les résultats des réactions de Schick et de Dick, c'est-à-dire que des réactions positives peuvent devenir négatives. — MM. G. **Ramon** et E. **Lemétayer** : *A propos de l'augmentation de production de l'antitoxine tétanique par addition à l'antigène de substances non spécifiques.* De nouveaux essais d'immunisation antitétanique effectués sur des Chevaux, confirment l'action stimulante remarquable qu'exercent certaines substances ajoutées à l'antigène, le tapioca, par exemple, sur le développement de l'immunité antitoxine et sur la production de l'antitoxine spécifique. — M. V. **Soituz** : *Essais sur la relation entre l'augmentation de production d'antitoxine et l'hyperleucocytose provoquée.* La production de l'antitoxine tétanique est beaucoup augmentée par l'addition à l'antigène d'une substance capable de produire en même temps une forte leucocytose. L'hyperleucocytose observée a toujours été une polynucléose. Il semble, sans qu'on puisse encore rien affirmer, que la production d'antitoxine est particulièrement intense lorsque l'hyperleucocytose tend à atteindre son niveau le plus élevé. — M. A. **Catanei** : *Remarques sur la valeur de la distinction spécifique des* Trichophyton violaceum *et* glabrum. L'inoculation, au Singe d'Algérie, d'une culture de *Tr. violaceum* ne sécrétant plus de pigment et devenue, par suite, impossible à distinguer de certaines souches de *Tr. glabrum*, a provoqué une lésion expérimentale ayant les mêmes caractères que les infections dues au *Tr. violaceum* non modifié. Les rétrocultures ont présenté une pigmentation violette normale. La perte définitive de la pigmentation sur les milieux artificiels qui rend semblables les cultures des *Tr. violaceum* et *glabrum* n'est pas une altération persistant après passage sur l'animal. Cette constatation contribue à montrer que la différenciation spécifique entre *Tr. glabrum* et *Tr. violaceum* est fondée. — MM. P. **Remlinger** et J. **Bailly** : *L'encéphalite herpétique du Porc-épic* (Hystrix cristata). Le Porc-épic est réceptif à l'encéphalite herpétique (deux résultats positifs sur deux essais). La période d'incubation peut être très courte (2 ou 3 jours). La symptomatologie est susceptible de montrer, chez le Porc-épic, la même richesse et la même variété que chez les autres espèces animales. Par le passage par le Porc-épic, le virus herpétique pourrait voir sa virulence s'exalter. — M. P. **Lecomte du Noüy** : *Recherches sur les équilibres ioniques du sérum. Relations entre la concentration des sels et l'équilibre du système albumine-globuline.* L'auteur expose très succinctement les résultats expérimentaux obtenus en suivant quantitativement le phénomène de précipitation consécutif à l'addition d'eau distillée, dans le sérum normal non chauffé et chauffé. Il semble que la fragilité du sérum, considéré comme complexe en équilibre, soit maxima pour des taux de chlorure de sodium inférieurs à 0,33 pour 100. Cette fragilité est augmentée quand le sérum a été chauffé avant l'addition d'eau pure, mais seulement pour les températures supérieures à 55°. — MM. J. **Jolly** et C. **Lieure** : *Hématopoïèse intra-cardiaque chez les Urodèles.* L'hématopoïèse intracardiaque des Urodèles se fait aux dépens d'érythroblastes en suspension dans le sang et qui trouvent dans les chambres cardiaques des lieux favorables à leur maturation et à leur multiplication.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 9-31.